

Peter Scherf

IST DIE INTRAVENÖSE PYELOGRAPHIE
EINE NIERENFUNKTIONSPRÜFUNG?

Frankfurt am Main 1961

1962

Aus dem Röntgen Institut
(Leiter: Professor Dr.med. F. Strnad)
der Chirurgischen Universitäts Klinik
Frankfurt/Main
(Direktor: Professor Dr.med. R. Geissendörfer)

Ist die intravenöse Pyelographie
eine Nierenfunktionsprüfung?

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin
der hohen Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von
Peter Scherf
aus Bad Orb

Frankfurt/Main 1961



Dekan : Prof. Dr. K. Herzberg

Referent : Prof. Dr. F. Strnad

Korreferent : Privatdozent Dr. W. Weber

Mündliche Prüfung : 29.3.1962

I N H A L T

Geschichtlicher Rückblick	1 - 5
Physiologie der Nieren und der ableitenden Harnwege und ihre Beeinflussung durch extrarenale Faktoren	5 - 9
Die Kontrastmittel und deren Chemie	10 - 11
Physiologie der Kontrastmittelausscheidung	11 - 14
Indikationen zur i.v. Pyelographie	14 - 15
Die Technik der i.v. Pyelographie	15 - 17
Kontraindikationen bei der i.v. Pyelographie	17 - 18
Todesfälle nach Injektion von Kontrastmittel	18
Weitere Komplikationen nach Kontrastmittelinjektionen	18 - 20
Vermeidung der Komplikationen	20
Nierenfunktionsproben und intravenöse Pyelographie	21 - 22
Der Vergleich der Schattepintensität als Nierenfunktionsprobe, klärende Untersuchungen zu dieser Frage und Gegenargumente	22 - 38
Andere Möglichkeiten, nach i.v. Pyelographie Einblick in die Nierenfunktion zu nehmen	39 - 45
Diskussion	46 - 50
Stimmen der Fachwelt zu diesem Thema	50 - 52
Urteil	53 - 54
Zusammenfassung	55
Literaturverzeichnis Anhang	I - XI

Geschichtlicher Rückblick

Im Jahre 1905 erschienen die klassischen Arbeiten von Voelcker und von Lichtenberg, mit denen sie die retrograde Pyelographie einführten. Es gelang damals zum erstenmal, die ableitenden Harnwege röntgenologisch sichtbar zu machen. Welchen Auftrieb diese neue Methode der urologischen Diagnostik gab, ist heute allgemein bekannt. Nachdem einmal der Schritt, mit einem Kontrastmittel innere Hohlorgane sichtbar zu machen, getan war, lag die Idee nicht mehr fern, Nierenbecken, Harnleiter und Blase von oben, d.h. mit einer physiologischen Methode, aufzufüllen. Schon den Urhebern der retrograden Methode schwebte es bei ihren diesbezüglichen Arbeiten als erstrebenswertes Ziel vor, die ableitenden Harnwege durch die Sekretionsleistung der Nieren mit Kontrastmittel auffüllen zu lassen und sie so im Röntgenbild sichtbar zu machen. Den Anstoss, schon im Jahre 1905 entsprechende Versuche zu machen, gab einmal die Tatsache, dass bei der retrograden Auffüllung der Harnwege mit Collargol durch pyelovenösen Reflux viele Todesfälle eintraten, und Voelcker und von Lichtenberg glaubten, diese durch eine physiologische Darstellung vermeiden zu können, zum anderen suchten sie eine Methode der röntgenologischen Darstellung der Harnwege, wenn es durch äussere Gründe (Harnröhrenstrikturen, Prostatahypertrophie) unmöglich ist, retrograd aufzufüllen. Diese ersten Versuche schlugen fehl wegen der Giftigkeit der hierzu verwandten Substanzen. Erst im Jahre 1922 griff Voelcker die Idee wieder auf und machte Versuche an Tieren, denen er Bromnatrium oral applizierte. Aber auch diesen Versuchen war kein Erfolg beschieden, wie sich später herausstellte hatte er zu wenig der kontrastgebenden Substanz verabreicht. Voelckers Verdienst ist es, durch diese Versuche den Anstoss für

weitere Forschung auf dem Gebiet der intravenösen Ausscheidungs-
dungs-pyelographie gegeben zu haben. Im folgenden Jahr wurde
von ersten gelungenen urographischen Aufnahmen aus Amerika
berichtet. O s b o r n e , S u t h e r l a n d , S h o l l
und R o w n t r e e waren an der syphilidologischen Abtei-
lung der Mayoklinik mit pharmakologisch-therapeutischen Stu-
dient der Jodnatriumlösungen beschäftigt, als sie, wahrschein-
lich angeregt durch die V o e l c k e r s c h e n Versuche,
Hallogen-Erdalkaliverbindungen hinsichtlich ihrer Verwendbar-
keit zur Ausscheidungsurographie untersuchten. Ihnen empfahl
sich dabei Jodkali, von dem sie 5 - 10 g in 10 %iger Lösung
intravenös injizierten. Es gelang damit, einen Kontrast-
schatten in den ableitenden Harnwegen zu erzeugen. Schliess-
lich mussten auch diese Versuche wegen der Gefährlichkeit
der verwendeten Substanz aufgegeben werden, es hatten sich
häufig Magen- und Darmstörungen eingestellt. Formen von
Jodismus beobachteten sie nicht, da zwei Tage vor Verabrei-
chung der Substanz Prüfungen auf Jodidiosynkrasie durchge-
führt wurden. Die Kontrastbilder entsprachen nicht den An-
forderungen, die an eine diagnostische Methode gestellt
werden müssen. Die Schatten waren zu flau, Einzelheiten
konnte man nicht erkennen.

1924 gelangen ähnliche Versuche von V o l c k m a n n in
Deutschland. Er injizierte intravenös die verschiedensten
Hallogenverbindungen wie Jodnatrium, Jodlithium, Natrium-
bromat, Strontiumbromat, Rhodannatrium und Prosojod. Anfangs
verwendete er zu geringe Dosen, später bewährte sich ihm
eine 10 %ige Jodnatriumlösung. V o l c k m a n n erzielte
mässige Bilder von Nierenbecken, Harnleiter und Blase. Ver-
suche, das Mittel rektal zu applizieren, scheiterten. Die
Methode konnte sich nicht durchsetzen, da die notwendigen
Mengen des Kontrastmittels, es mussten 180 ccm injiziert
werden, zu gross waren.

In dem Bemühen, das Jodnatrium, das sich als geeignet für die intravenöse Pyelographie erwiesen hatte, zu entgiften, war 1928 R o s e n o erfolgreich. Er koppelte Jodnatrium an Harnstoff. Dadurch erreicht er nicht nur eine Entgiftung des Jodnatriums, sondern durch die diuretische Wirkung des Harnstoffs fand eine schnellere Ausscheidung statt, was sich natürlich auf die Qualität der Bilder auswirkte. R o s e n o schrieb selbst über seine Versuche mit dem Kontrastmittel, welches er Pyelognost nannte, "Die intravenöse Pyelographie hat den Vorzug, dass sie eine funktionelle Nierendiagnostik gestattet, da ja die Kontrastausscheidung analog der Harnausscheidung durch die Nieren vor sich geht. R o s e n o war somit in der Literatur der erste, der erwähnte, dass bei der intravenösen Pyelographie die Möglichkeit besteht, neben dem Aufschluss über die Morphologie der ableitenden Harnwege auch Aufschluss über die Nierenfunktion zu erhalten.

In der Tat waren die Bilder R o s e n o s recht gut. Durch Dissoziation konnte jedoch im Körper von dem Pyelognost freies Jod abgespalten werden, was zu den verschiedensten Graden von Jodismus führte. Dieser Umstand schränkte die Verwendbarkeit der Methode stark ein.

H r y n t s c h a k , der angestrengt auf diesem neuen Gebiet der Röntgendiagnostik arbeitete, stellte für die Herstellung von Kontrastmitteln Kautelen auf, die bis zum heutigen Tag ihre Gültigkeit behalten haben. 1) Die Substanz muss möglichst schnell und quantitativ aus den Nieren ausgeschieden werden. 2) Durch Speicherung in der Nierensubstanz soll deren Schatten stark hervortreten und der damit beladene Harn soll eine röntgenologische Pyelographie ermöglichen. 3) Das Mittel soll von geringster Toxizität sein. 4) Es muss möglichst viel Jod oder Brom je Molekül der Substanz gebunden sein. Diese Forderungen wurden massgebend für die Entwicklung

sämtlicher weiterer Kontrastmittel der Folgezeit, von den einfach jodierten bis zu den dreifach jodierten organischen Präparaten der heutigen Zeit.

Wohl im Hinblick auf diese schwer zu erfüllenden Forderungen äusserte v o n L i c h t e n b e r g auf dem Urologenkongress 1928 in Berlin resigniert, dass es wohl nie gelingen werde, Stoffe zu finden, die in genügend hoher Konzentration ausgeschieden werden, um Bilder von ausreichendem Kontrastreichtum zu ergeben. - Der Zufall wollte es, dass zur selben Zeit in der gleichen Stadt, nur wenige Meter von dem Tagungsort des besagten Urologenkongresses entfernt, B i n z und R ä t h das Mittel der Wahl in Händen hielten. Es wurde in späterer Zeit von v o n L i c h t e n b e r g mit dem Namen Uroselektan belegt.

B i n z und R ä t h , die das Uroselektan synthetisierten, waren auf der Suche nach einem parasitotropen Mittel, dem Selektan, das später vielfach bei Mastitis von Kühen mit Erfolg angewandt wurde. Die Verwendbarkeit zur Urographie stellte also einen ungewollten Nebenerfolg dar. Chemisch ist das Uroselektan das Natriumsalz der Oxyjodpyridinsäure, bei dem das Jod in fester nicht abspaltbarer Form vorliegt. Erwähnt sei hier, dass 1930 ein Japaner, T a k a h a s h i , angab, dass das Uroselektan unabhängig von B i n z und R ä t h in Japan hergestellt wurde, dass aber eine Identifizierung des Mittels wegen der späten Veröffentlichung der Strukturformel nicht möglich gewesen sei. Mit dem Uroselektan begann der grosse Einzug der intravenösen Urographie in die urologische Diagnostik. Zusammen mit der Aufwärtsentwicklung der Röntgentechnik, der weiteren Vervollkommenung der retrograden und intravenösen Pyelographie brachte es die Urologie zu einem Spezialgebiet der Medizin, das hinsichtlich der Diagnostik wohl die grösste Treffsicherheit für sich buchen kann.

S w i c k und L i c h t w i t z haben das Uroselektan in der medizinischen Klinik in Altona erstmals klinisch erprobt. Sie schrieben darüber : "Es wurden am Menschen nie mehr als 120 ccm einer 30 - 34 %igen Lösung verwandt. Bei 119 untersuchten Fällen trat ein Todesfall ein. Bei einem Fall von Nephrose wurden Zittern und einmaliges Erbrechen beobachtet. Bei einem seit längerer Zeit urämischen Kind mit eitriger hochgradiger Nierenzerstörung und Megaloureter kam es nach 19 Stunden zum exitus letalis. Bei guter Nierenfunktion war 15 Minuten nach der Injektion kein Jod mehr im Blut nachweisbar. Bei schwerer Niereninsuffizienz konnten erst nach 6 -24 Stunden brauchbare Bilder erzielt werden. Auch Nierenkranke mit normaler Nierentätigkeit geben gute Bilder." Weiter schrieb L i c h t w i t z , dass die Bemühungen, die intravenöse Pyelographie zu einer Nierenfunktionsprobe auszubauen, wenig Erfolg versprechen. Ausserdem gebe es eine Vielzahl solcher Methoden, aus denen nicht mehr und nicht weniger zu ersehen sei, als die Ausscheidungsverhältnisse des Testkörpers.

Wie zu ersehen, ist hier L i c h t w i t z ganz anderer Meinung als - wie weiter oben erwähnt - R o s e n o . Die Stellungnahme dieser beiden Autoren ist charakteristisch für die 30 Jahre nachfolgende Literatur, in der immer wieder die Diskussion über die Verwendungsbereiche dieser genialen Untersuchungsmethode anhebt.

Physiologie der Nieren und der ableitenden Harnwege

Da die Nierenfunktion im weiteren Verlauf der Arbeit immer wieder Gegenstand der Betrachtung sein wird, sollen zunächst einige Fakten der Physiologie dieses Organs repetiert werden. Die Ausführungen lehnen sich an das Lehrbuch der Physiologie von R e i n - S c h n e i d e r an.

Die 1844 von L u d w i g erstellte Theorie der Nierenfunktion, wonach in den Glomeruli ein eiweissfreies Plasmafiltrat abfiltriert wird und anschliessend bei der Passage des Filtrats durch die Tubuli eine Wasserreabsorption stattfindet, ist noch heute die Grundlage jeder Theorie der Nierenfunktion. Diese Theorie hat mit wachsenden Erkenntnissen vielfache Ergänzungen erfahren. 1) Glomerulusfunktion. In den Glomeruli wird mit Hilfe des kapillären Blutdrucks passiv ein Filtrat aus dem Blute abgepresst, das in seinen Bestandteilen dem Blutplasma weitgehend ähnelt, insbesondere was das Verhältnis der Stoffe zueinander angeht. Korpuskuläre Bestandteile und Stoffe mit sehr hoher Molekülgrösse können das Filter nicht passieren. (Blutzellen, Eiweiss). Das Glomerulusfiltrat ist also ein fast reines Ultrafiltrat. Eine spezifische sekretorische Funktion kommt den Glomeruli nicht zu. Die Grössenordnung des abgepressten Filtrats liegt bei 170 Liter je Tag. Da die physiologische Urinmenge nur 1 - 2 Liter je Tag beträgt, und da das Verhältnis der ausgeschiedenen Stoffe im Harn nicht mehr dem des Plasmas entspricht, muss ein wesentlicher Teil der Nierenfunktion auf den Tubulusapparat entfallen. In den Glomeruli wird ein "Primärharn" gebildet, der im folgenden dem Prozess der eigentlichen Harnbildung unterliegt. 2) Tubulusfunktion. Der Tubulusapparat hat die Aufgabe, durch Konzentrierung den endgültigen Harn zu bereiten. Diese Konzentrierung erfolgt in erster Linie durch Reabsorption von Wasser. Weiter findet eine selektive Absorption von im Filtrat gelösten Stoffen statt, und zwar entgegen dem Konzentrationsgefälle. Diese selektive Reabsorption geht in bestimmten Tubulusabschnitten für jeweils bestimmte Stoffe vor sich. Zusätzlich zu diesen beiden genannten Funktionen ist eine aktive Sekretion von Stoffen aus den Tubulusepithelien in das Lumen erwiesen. Es handelt sich dabei um Stoffe wie NH_4 und gegen Na^+ ausgetauscht H^+ und K^+ . Hinzu kommen körperfremde Stoffe, die gegen ein

Konzentrationsgefälle aus dem Blut in die Tubuluslumina sezerniert werden. Dies ist auch der Fall bei organischen Jodverbindungen, die in proximalen Tubulusabschnitten zur Ausscheidung kommen. Der aus den Tubuli entlassene Harn ist der Endharn, eine weitere Veränderung in den ableitenden Harnwegen in messbaren Grössen findet nicht statt.

Um eine regelrechte Nierenfunktion zu gewährleisten, müssen eine grosse Zahl von Bedingungen erfüllt sein. Die Niere ist ja kein isoliertes Organ, das unabhängig funktioniert, sondern ist biologisch verknüpft mit den Gesamtvorgängen im lebenden Organismus. Aus dieser engen Verknüpfung sind die Störungen zu verstehen, die die Nierenfunktion beeinträchtigen können. Sie sollen kurz betrachtet werden unter dem Begriff der extrarenalen Störungen der Nierenfunktion.

Das Abpressen des Ultrafiltrats aus dem Glomerulus ist abhängig vom arteriellen Blutdruck. Die kritische Grösse des arteriellen Drucks, bei der die Urinbildung sistiert, liegt bei 70 mm Hg. Diese kritische Höhe kann niedriger sein, wenn der Druckverlust durch einen optimalen Gefässtonus der Nierengefässe verringert wird. Durch diese Kompensation ist eine Urinbildung noch bei einem Druck von 40 mm Hg möglich. Unter diesem Minimaldruck liegende Werte bedingen ein Sistieren der Harnbereitung. Es werden zwar noch bei niedrigeren Druckwerten geringe Mengen Filtrat gebildet, die jedoch im Tubulussystem völlig resorbiert werden. Ähnlich einem kritischen arteriellen Blutdruckwert findet sich auch ein kritischer Ureterdruck, bei dem die Harnbereitung sistiert. Bindet man experimentell die Ureteren ab, so steigt der Druck im Ureter durch Stauung des Urins. Erreicht dieser Druck Werte von 30 mm Hg, so wird Urin in die Nieren zurückgestaut. Der Druck pflanzt sich in den Tubulusröhrchen bis zu den Glomeruli fort, und die Harnbildung hört auf.

Die Niere unterliegt, wie jedes Organ von zentraler Bedeutung, einer hormonalen Steuerung, und zwar durch Adiuretin aus dem Hypophysenhinterlappen. Es gelang, dieses Hormon von dem Oxytocin zu trennen, und zwar auf Grund seiner Wirkung. Es wirkt in physiologischen Dosen nicht auf die Gefäße im Sinne der Blutdruckregulierung, sondern ist ein auf die Wasserreabsorption spezifisch wirkendes Hormon. Bei Fehlen des Hormons tritt eine Polyurie ein, mit Verlust den Harn zu konzentrieren. Mit Gaben von Adiuretin ist diese Polyurie sofort zu beherrschen. Der physiologische Einsatz des Hormons erfolgt wahrscheinlich auf dem Wege über Osmoreceptoren im Gebiet der Carotis interna. Der Mechanismus arbeitet so empfindlich, dass eine Verminderung des osmotischen Druckes im Blute um 1 % ausreicht, um die Harnmenge auf das Zehnfache in der Minute zu erhöhen. Auch wurde eine Zunahme der Diurese nach Verabfolgung von Schilddrüsenhormon beobachtet. Hier ist eine spezifische Wirkung sicher nicht anzunehmen, sondern der Diureseanstieg wird einhergehen mit der allgemeinen Stoffwechselsteigerung nach Thyroxingaben. Natürlich hat auch die Nebennierenrinde Einfluss auf die Nierenfunktion, und zwar auf dem Wege des Einflusses der Mineralocorticoide auf die Isotonie, Isoionie und Isohydrie des Blutes.

Eine direkte Beeinflussung der Harnaufbereitung durch nervöse Einflüsse findet nicht statt. Lediglich die Nierengefäße werden vom vegetativen Nervensystem versorgt, woraus sich Einflüsse auf den Kapillardruck ergeben. Des weiteren wird die glatte Muskulatur um die Sammelröhren in den Nierenpapillen vegetativ versorgt. Durch Reizung der sympathischen Anteile dieser Nerven können sich die Nierenpapillen so stark kontrahieren, dass ein Rückstau von Harn bis zu einer kompletten Anurie führen kann. Der Transport des Harns von der Niere zur Blase geschieht unter aktiver

Mitwirkung der Uretermuskulatur in Form echter peristaltischer Wellen. Sie laufen 3 - 6 mal pro Minute mit einer Geschwindigkeit von 20 - 30m/sec. den Ureter hinab. Man kann bei diesen Aktionen, bei denen der Harn in Spindeln zur Blase getrieben wird, deutlich eine Systole und eine Diastole unterscheiden. Es scheint, dass gesteigerte Diurese die Zahl der peristaltischen Bewegungen erhöht. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, dass das Nierenbecken trotz seines Namens nicht als Sammelbecken zu betrachten ist, kommt es doch bei häufigen Aktionen des Ureters nicht zu einer bedeutsamen Ansammlung von Harn. Die glatte Muskulatur der ableitenden Harnwege wird vom vegetativen Nervensystem versorgt, und zwar übt der parasympathische nervus hypogastricus fördernde, der sympathische nervus planchnicus teils fördernde, teils hemmende Wirkung aus.

Die Blase umschliesst ihren Inhalt mit einem bestimmten Tonus. Steigt der Druck in der Blase über einen Grenzwert hinaus an, so findet reflektorisch eine Weiterstellung der Ureteren statt, die jetzt eine Harnsäule aufweisen. Bei weiterem Anstieg des Druckes in der Blase kommt es zu Reflux von Harn in die Niere. Von einem bestimmten Druck an führt dies zur Anurie.

Die Kontrastmittel und deren Chemie

Die nun folgenden Kapitel sollen einen kurzen Überblick geben über die Kontrastmittel, deren Physiologie der Ausscheidung über Indikation und Kontraindikation der intravenösen Pyelographie und über die Komplikationen, die nach Injektion von Kontrastmitteln auftreten können.

Chemisch gesehen sind Kontrastmittel Stoffe, die Jodatome in fester Bindung an einem organischen Molekül tragen. Die Bindung ist stets so fest, dass eine Abspaltung von Jod im Organismus nicht möglich ist. Auch erfährt das organische Molekül keinerlei Veränderung. Im Verlauf der letzten 30 Jahre haben die Kontrastmittel eine ständige Verbesserung erfahren. Von relativ toxischen Verbindungen wie Uroselektan, welches nur ein Jodatome je Molekül enthielt, ging die Entwicklung weiter über Jodmethansulfosaures Natrium (Abrodil), das weniger toxisch war, Präparaten mit noch geringerer Toxizität und zwei Jodatome am Molekül (Perabrodil) bis zu Kontrastmitteln mit drei Jodatomten (Triabrodil) und noch besserer Verträglichkeit. Der steigende Jodgehalt und die sinkende Toxizität erlaubten einmal eine höhere Dosierung, die der röntgenologischen Darstellung zugute kam, zum anderen konnten auch durch die dreifache Jodmenge wesentlich kontrastreichere Bilder erzielt werden.

Die wichtigsten Kontrastmittel :

Uroselektan	5-Jod-2-pyridon-N essigsäures Na
Jodgehalt 42 %	Dosis letalis 7-8g/kg i.v. Dosis 25-60g, 10-30%ig
Abrodil	Jodmethansulfosaures Natrium
Jodgehalt 52 %	Dosis letalis 6-8g/kg i.v. Dosis 12-40g, 20%ig
Uroselektan B	N-Methyl-3,5 dijod-4pyridon-2,6 dikarbon-säures Na

- Jodgehalt 51 % Dosis letalis 6-8g/kg i.v. Dosis 12-15g,
20-75%ig
- Perabrodil (Diodrast) 3,5dijod-4-pyridon-N-essigsäures
Diäthanolamin
- Jodgehalt 50 % Dosis letalis 4-6g/kg i.v. Dosis 7-10g,
35-50%ig
- Joduron - dijodierte Pyridonverb. wie Perabrodil, mit
Morpholinsalz
- Jodgehalt 50 % Dosis letalis 4-6g/kg i.v. Dosis 5-10g,
30-50%ig
- Triabrodil - Natriumsalz der 3-Acetylamino-2,4,6-trijod-
benzoesäure
- Jodgehalt 70 % Dosis letalis bei 11,6g/kg Dosis 20 ccm i.v.
- Triopac "200" - Na-3- acetylamino 2,4,6 trijodbenzoat
Jodgeh. 32,3%
- Triopac "300" Jodgeh. 48,5% Dos.let.bei 11,6g/kg Dos.
- Triopac "400" Jodgeh. 64,6% 20 ccm i.v.

Physiologie der Kontrastausscheidung

- Urografin - Natrium und Methylglukaminsalz der N,N-Diacetyl-
3,5-diamino-2,4,6-trijodbenzoesäure.
- Jodgehalt 60 % und 76 % Dos.let. 14,7g/kg, Dos. 5-15g i.v.
10-30%ig nach Hausschild.

Die Kontrastmittel hinterlassen keine anatomisch oder histo-
logischen Schäden in den Organen (Rizzi). Für gewöhnlich
verlassen sie die Blutgefäße nicht, d.h. sie werden ohne
Umweg zu den Nieren geschafft, wo ihre Ausscheidung erfolgt.

Untersuchungen über den Ausscheidungsmechanismus von Röntgen-
kontrastmitteln (Diodrast) haben vor allem S m i t h ,
G o l d r i n g und C h a s i s angestellt. Sie kamen da-
bei zu folgenden Ergebnissen.

Wie schon weiter oben erwähnt werden nur wenige physiologische
Stoffwechselprodukte durch die Tubuli aktiv sezerniert. Diese
Sekretionsmöglichkeit scheint für unphysiologische Produkte

(Fremdstoffe) vorenthalten zu sein, u.a. auch für Stoffe von der Art der Kontrastmittel. Diodrast wird sowohl durch die Glomeruli ausgeschieden als auch durch die Tubuli. Dabei steigt die Filtration durch die Glomeruli im Verhältnis zur Kontrastmittelkonzentration im Plasma. Die Ausscheidung von Diodrast durch die Tubuli steigt nur bis zu einer bestimmten Grenze. Bei einer Plasmakonzentration von 5mg/100ml Jodplasmakonzentration wird diese Grenze erreicht. Bei Werten, die darüber liegen, sinkt der Anteil der Tubulusexkretion im Vergleich zu der immer weiter steigenden Ausscheidung durch die Glomeruli. ("self depression limit" der Tubuli). Steigt der Plasmaspiegel auf 25mg/100ml, erreicht die Tubulusausscheidung ihr Maximum und bleibt auch bei höherem Jodspiegel im Plasma konstant. Bei der Urographie liegen diese Plasmawerte höher, so dass hier der grösste Teil des Kontrastmittels durch die Glomeruli zur Ausscheidung kommt. Die Verf. glauben daher, dass die Urographie in erster Linie die Glomerulusfiltration auswertet. Da die Kontrastmittel als Schwellenstoffe bezeichnet werden können, ist ihre Verwendung zur Clearance nach v o n S l y k e möglich. Die Clearance besagt ja das Verhältnis der Ausscheidungsmengen eines Stoffes je Zeiteinheit zu seiner Plasmakonzentration. Die Clearance gibt in ccm/Min. die Plasmamenge an, die durch die Nierentätigkeit von der zu untersuchenden Substanz gereinigt wurde. Bei der Kontrastmittelclearance liegen die Verhältnisse anders als bei der Ausscheidungsurographie. Zur Clearance werden nur geringe Mengen Testsubstanz gebraucht, so dass der Kontrastmittelplasmaspiegel relativ niedrig bleibt. Die "self depression limit" wird dadurch nicht erreicht, und der grösste Teil der Testsubstanz wird durch die Tubuli sezerniert. Die übrigen Kontrastmittel entsprechen in ihren Ausscheidungsverhältnissen dem genannten Testkörper Diodrast.

Aus dieser Darstellung kann gefolgert werden, dass die Fähigkeit der Niere, ausreichend Kontrastmittel auszuscheiden, von der Anzahl der intakten Glomeruli abhängt.

Das in die Blutbahn injizierte Kontrastmedium wird von den Nieren in relativ kurzer Zeit wieder ausgeschieden. Darüber liegen verschiedene Untersuchungen vor. K a t o fand, dass 7 Std. nach Applikation von Kontrastpräparaten diese kaum noch im Blut nachzuweisen waren. Die Ausscheidungskurve verlief flacher und länger hingezogen bei beidseitiger Nierentuberkulose, chronischen Nephritiden mit Hämaturie und Nierentumoren. Bei einseitiger Nephrektomie, bei Wandernieren, Herdnephrosen und Pyelitiden fand er keine Veränderung. S w i c k gibt an, dass schon nach 15 Minuten p.i. keine Kontrastsubstanz mehr nachzuweisen war. R i z z i stellte durch chemisch-histologische Untersuchung an Nieren Verstorbener fest, dass schon wenige Tage nach der Urographie Kontrastmittel nicht einmal in Spuren mehr zu finden ist. V i e t h e n beobachtete, dass nach 5 - 8 Stunden ca. 90 % der eingeführten Jodmenge ausgeschieden sind. G i s s e l wies nach, dass innerhalb von 6 Tagen 99,1 % des Mittels ausgeschieden waren; davon 4 % mit dem Stuhl. Er konnte auch bei funktionsgeschädigter Niere nie eine Retention feststellen, wenn auch die Ausscheidung langsamer erfolgte. Wenn sich diese Angaben auch voneinander unterscheiden, so geht doch daraus hervor, dass die gesunde Niere die Fähigkeit hat, diesen körperfremden Stoff in relativ kurzer Zeit auszuscheiden, und dass es sich um Stoffe handeln muss, die in hohem Masse harnfähig sind, was nach S e i l s seinen Grund hat in der Art der Bindung der Kontraststoffe an die Bluteiweißkörper.

Unmittelbar nach der Injektion ist der Blutspiegel am höchsten, sinkt dann schnell ab und wird mit fallender

Konzentration immer langsamer aber stetig ausgeschieden (Haenisch). Daraus kann man schliessen, dass die schnelle und massierte Ausscheidung, und darauf kommt es bei der intravenösen Pyelographie ja an, in hohem Masse abhängig ist von der Kontrastmittelplasmakonzentration. Seil s glaubt, dass ein gewisser Teil der Kontrastsubstanz infolge Diffusion in die Gewebe abwandert und sich in der Haut, Muskulatur und anderen Organen ablagert. Sinkt der Blutspiegel, so wandert diese sicherlich geringe Menge wieder in das Blut zurück. Darauf ist sicher auch das flüchtige Phänomen der röntgenologischen Darstellung der Magenschleimhaut und der Gallenblase bei intravenöser Urographie zurückzuführen, wie sie Scholtz beobachtet hat.

Winter gibt an, verschiedentlich bemerkt zu haben, dass Kontrastsubstanz durch die Leber eliminiert wird und es zu keiner oder nur ganz schwacher Darstellung des Nierenbeckens im Röntgenbild kam. Es ist ungeklärt, ob dies auf eine Dysfunktion der Leber oder der Nieren zurückzuführen ist.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass die Niere recht grosse Mengen Wasser zur Ausscheidung von Kontrastmitteln braucht. Es kommt daher zu einem merklichen Ansteigen der Diurese.

Indikationen zur intravenösen Pyelographie gibt es viele, und zumeist hängt es von der Einstellung des Untersuchers ab, wann er eine Urographie für indiziert hält und wann nicht. Ob diese Untersuchungsmethode zur Prüfung der Nierenfunktion geeignet und indiziert ist, soll im Verlaufe dieser Arbeit erst noch geklärt werden. Richtungsweisend für die Indikationsstellung mag ein Wort von Blatt und Schwarz sein: "Die intravenöse Pyelographie gehört zu den geistreichsten und elegantesten Methoden medizinischer Diagnostik, daher verlangt sie auch eine äusserst differenzierte Verwendung."

Am Anfang jeder derartigen Untersuchung sollte die Frage der Indikation stehen. Ausserdem ist zu berücksichtigen, ob der Gesundheitszustand es erlaubt, eine Untersuchungsmethode anzuwenden, die nicht in jedem Falle und für jeden Patienten gleich ungefährlich ist, und die immer eine Belastung des entgiftenden Apparates des Organismus darstellt. Aus diesen Überlegungen haben sich eine Reihe von Kontraindikationen (siehe weiter unten) herauskristallisiert.

Indiziert ist die Ausscheidungsurographie nach B ö m i n g - h a u s bei allen Fällen von versperrem transvesikalen Zugang, z.B. bei Strikturen und Spasmen, Missbildungen und Schrumpfblase, Prostatavergrösserung verschiedenster Genese und bei Kindern. Bei Klärung der Frage nach Missbildungen der Nieren wie Zwergniere, hypertrophische Niere etc., bei Wandernieren, zur Differentialdiagnose bei akutem Abdomen, bei akuter Harnstauung. M a q u e t empfiehlt die Methode als Notfallurographie bei Nierentraumen, weil sie für den Patienten mit grösstmöglicher Schonung durchzuführen sei, bei bester Möglichkeit exakter Diagnostik von Zerreissungen im Parenchym und in der Nierenkapsel, von Rupturen des Parenchyms und des Hohlsystems und fehlender Kontrastmittelausscheidung. M i n d e r will die Urographie angewandt wissen bei Nierentuberkulose und nicht zuletzt bei Stein-erkrankungen.

Die Technik der intravenösen Pyelographie ist einfach, ganz im Gegensatz zur retrograden Pyelographie, die ein grosses Mass von Geschicklichkeit erfordert. Dieser Umstand verhalf der Methode ja zu ihrer enormen Verbreitung.

Am Anfang jeder Untersuchung steht die Übersichtsaufnahme, deren Bedeutung nicht unterschätzt werden darf. Phlebolithin,

verschluckte schattengebende Gegenstände, Kotsteine, überstarker Meteotismus und vieles andere kommen hier zur Darstellung und schützen vor Verwechslungen mit Prozessen im Harntrakt. Die Injektion wird bei auf dem Röntgentisch liegenden Patienten vorgenommen. Menge und Konzentration des Kontrastmittels ist abhängig von der Wahl der Substanz und von persönlichen Erfahrungen. Die neueren Kontraststoffe werden angewärmt verabreicht. Zur Wahl der Filmgrösse empfehlen K n e i s e - S c h o b e r einen 30 x 40 cm Film, um die Gesamtheit des Harntraktes zur Darstellung kommen zu lassen. Im allgemeinen werden zwei Aufnahmen gemacht, die erste nach 2 - 8 Minuten, die zweite nach 10 - 15 Minuten p.i. Die Angaben unterscheiden sich in diesem Punkte sehr, zumal manche Autoren die Zeit vom Beginn der Injektion an rechnen. Eine individuelle Handhabung der Aufnahmefolge ist die Regel. Ebenso unterschiedlich sind die Angaben über die Frage, ob schnell oder langsam injiziert werden soll. S c h n e i d z r i k empfiehlt die schnelle Injektion, sie bringe keine Häufung von Nebenreaktionen mit sich und habe den Vorteil der plötzlich einsetzenden, starken Diurese durch das schnelle Angebot und ergebe dadurch eine kontrastintensivere Darstellung, bei Weitstellung der Ureteren. Hingegen ist M e y l e r der Auffassung, dass schnelle Injektion die Anzahl der Nebenerscheinungen vermehrt. Einige amerikanische Autoren, vor allem E v e n s , B o h n e und V e s e y praktizieren, durch die neuen dreifach jodierten und sehr gut verträglichen Kontrastmittel angeregt, die schnelle Injektion, 50 ccm in höchstens 30 Sekunden. Sie erhalten dabei folgende Vorteile. Durch die erste Aufnahme sofort nach Beendigung der Injektion erhalten sie ein Nierenarteriogramm. Die zweite Aufnahme wenige Sekunden später ergibt ein ausgezeichnetes Nephrogramm, und die dritte Aufnahme nach der üblichen Zeit ergibt schliesslich ein Urogramm.

Ein schwieriges und viel diskutiertes Problem ist die Ansammlung von schattengebenden Kotballen und Darmgasen, die das Urogramm verdecken und so eine exakte Beurteilung der Bilder nicht zulassen. Um diese Störung auszuschliessen, ist kein Mittel unversucht geblieben. Es wurden versucht, Hungern, verschiedene Diäten, Kohle peroral und als Klysma, enzyme Fermente und vieles mehr, zumeist ohne Erfolg. Als bestes empfiehlt sich möglichst wenig zu tun, um den Patienten nicht psychisch zu irritieren, viel Bewegung und Vermeidung blähender Kost.

Abschliessend kann gesagt werden, dass sich die Technik der intravenösen Pyelographie in kein Schema pressen lässt, sondern dass eigene Erfahrung und eine individuelle Durchführung die besten Ergebnisse bringt.

Aus der Tatsache der immer wieder auftretenden Zwischenfälle nach Injektion von Röntgenkontrastmittel und auf der Suche der Hintergründe dieser Zwischenfälle stellte man fest, dass bei bestimmten Krankheiten die intravenöse Pyelographie kontraindiziert ist.

Kontraindikationen bei der i.v. Pyelographie und Komplikationen

Es handelt sich nach B ö m i n g h a u s in erster Linie um Erkrankungen des entgiftenden Apparates des Organismus. Hierher gehören Ikterus, Leberatrophien (Granularatrophie), ausgesprochene Niereninsuffizienz, akute Glomerulonephritis, Urämie, Anurie. L u t z hält die Untersuchung bei Basedowstruma ebenfalls für kontraindiziert.

Wichtig sind die Zwischenfälle, die nicht auf die oben genannten Krankheiten zurückzuführen sind. Wenn auch die Zahl der tödlich verlaufenden Komplikationen gering ist, so sind

doch gerade diese in besonderem Masse tragisch. Weiter ist es unmöglich, diese Komplikationen vorausszusehen und somit zu vermeiden. Statistische Untersuchungen über Kontrastmittelinjektionen mit tödlichem Verlauf hat P e n d e r - g r a s s angestellt. Ihm standen dabei Unterlagen von 3,8 Millionen Patienten zur Verfügung, die in der Zeit von 1942 - 1952 untersucht worden waren. Es kamen 31 Todesfälle zur Beobachtung, von denen 26 unmittelbar nach der Injektion eintraten, die übrigen Personen starben später, bzw. nicht eindeutig an den Folgen der Injektion. Bevor der Tod eintrat, wurde in der Regel bei diesen Patienten schwerste Cyanose, Blutdruckabfall und Konvulsionen beobachtet. Bei 15 der Toten waren vor der Untersuchung Empfindlichkeitstests in Form von Probeinjektionen vorgenommen worden. Der Prozentsatz der Todesfälle ist im Vergleich zur Statistik des gleichen Autors aus dem Jahre 1942 gesunken. Hier waren bei 661800 Fällen 26 Todesfälle mitgeteilt worden. Dieses Absinken ist auf die schon erwähnte geringere Toxizität der neueren Kontrastmittel zurückzuführen. B u r c k - h a r d t beobachtete in Deutschland 7 Todesfälle bei 100 000 Urographien, P f e i f f e r 35 Todesfälle bei 650 000 i.v. Urographien. S c h n e i d z r i k stellte fest, dass der Tod meist unter den Zeichen des Lungenödems, des Atemstillstandes und des Kollapses mit klonisch-tonischen Krämpfen eintrat.

Neben diesen schwersten Reaktionen auf den Kontrastkörper finden sich eine Vielzahl leichter Nebenerscheinungen, die aber oftmals alarmierenden Charakter haben können. So werden nach Einspritzung von Kontrastmitteln gar nicht so selten beobachtet : Angst, Brechreiz, Erbrechen, Übelkeit, Nausea, Geschmackssensationen, Brennen in der Kehle, Durst, Augentränen (Conjunctivitis), Rhinitis, Speichelfluss, Blässe, Blutandrang zum Kopf, Hitzegefühl, Kältegefühl, Hautjucken, Schweissausbrüche, Niesreiz, Quinckesche Ödeme (Glottisödem), urtikarielle Exantheme, Spasmen der benütz-

ten Vene, (Arm- und Schulterschmerzen), Dyspnoe, Müdigkeit und Sensationen in der Harnröhre und der Blasengegend. Wenn auch diese Nebenerscheinungen vielfach völlig harmlos und belanglos sind, so empfiehlt es sich doch, die Injektion abubrechen und abzuwarten. Sie könnten die Vorboten heftigerer Reaktionen sein. (Schneidzrik, Meyler).

Vielfach wurde der Standpunkt vertreten, bei diesen Erscheinungen handele es sich um Jodidiosynkrasie. Dies ist sicher falsch, ist es doch erwiesen, dass Jod aus der organischen Verbindung im Organismus wenigstens in messbaren Spuren nicht entlassen werden kann. Dagegen spricht auch, dass das Kontrastmittel bei Basedowstrumen meist reaktionslos vertragen wird. Es handelt sich also wahrscheinlich um eine Kontrastmittelidiosynkrasie. Die vorbeugende Testung mit Jod erübrigt sich also.

Die Bemühungen, eine Überempfindlichkeit auf den Kontrastkörper auszutesten, sind bis heute ohne Erfolg geblieben. Perorale Eingaben von Kontrastmitteltabletten, intrakutane Einspritzungen von Kontrastmittellösungen, Lösungen oder Tabletten sublingual oder Tropfen dieser Lösungen in den Bindhautsack haben zumeist versagt. P e n d e r g r a s s gab ja an, dass bei 15 der Todesfälle solche Tests durchgeführt worden waren, das spräche für ein Versagen in 50 % der Fälle. In dem Buch von H a n s e n "Allergie" findet sich eine Angabe, nach der zwei Amerikaner (Alyea und Hayness) Diodrast an 1 675 Patienten mittels Intrakutanprobe getestet haben. Sie erhielten in 14 % positive Hauterscheinungen. Bei 86 % der "Hautnegativen" ereigneten sich bei intravenöser Eingabe von Diodrast in mehr als 4 % Nebenwirkungen. Immer häufiger wird daher angegeben, vor der intravenösen Pyelographie nach allergischer Diathese zu fahnden. (Pendergrass, Meyler, Schmiedt). Diese Methode scheint Erfolg zu versprechen, obwohl ein Patient, der auf verschiedene Stoffe allergisch reagiert, nicht unbedingt

auch auf Kontrastmittel allergische Reaktionen aufzuweisen braucht und umgekehrt. Manche Autoren empfehlen zur Vermeidung von unerwünschten Nebenreaktionen die Verwendung von Antihistaminica (Ole Ollson, Hansen, Schmiedt, Pendergrass, Meyler). H a n s e n gibt an, dass S i m o n bei 530 Untersuchungen nach Anwendung von Antihistaminica ein Absinken der allergischen Nebenreaktionen von 17,3 auf 7,1 % sah. Jedoch blieb der Prozentsatz der vasomotorischen Kollapserscheinungen unbeeinflusst. O l e O l l s o n beobachtete nach einem Zusatz von 20 mg Benadryl in 20 ml Dijodon weniger Komplikationen als in einer anderen Versuchsgruppe ohne diesen Zusatz. S c h m i e d t testete nur auf Überempfindlichkeit bei Patienten mit allergischer Diathese und verwendete da mehrere Tests, und zwar Intrakutantest, Sublingualtest, Konjunktivaltest und I.v.Test. Damit hatte er gute Erfolge. Ausserdem verwendete er Anti-allergica und insbesondere Analeptica.

M e y l e r glaubt, dass langsames Einspritzen die Zahl der Reaktionen vermindert. S c h m i e d t injiziert bei Allergikern besonders langsam.

Aus all diesen Mitteilungen geht hervor, dass es einen sicheren Test und ein zuverlässiges Mittel zur Vorbeugung noch nicht gibt, und so hat die Forderung von O l e O l l s o n Berechtigung, nach neuen noch ungefährlicheren Kontrastmitteln zu suchen.

Nierenfunktionsproben und intravenöse Pyelographie

Nach dieser ausführlichen Einleitung, die den gesamten Komplex der intravenösen Pyelographie zum Inhalt hat, soll nun die Fragestellung des Themas zur Besprechung kommen.

Es gibt eine grosse Zahl von Möglichkeiten, über die Funktion der Harnorgane Aufschluss zu erhalten. Zu den wichtigsten und am meisten ausgeführten Proben gehört der Konzentrations- und Verdünnungsversuch nach V o l l h a r d und die verschiedensten Clearanceuntersuchungen, die letztlich alle auf die Arbeiten von v o n S l y k e zurückgehen. In der Urographie findet die Blauausscheidung und die Indigokarminausscheidung unter dem Begriff Chromocystographie Verwendung. Auch die subtile chem. und physikalische Untersuchung des Einzelharns und des Blutes gewähren guten Einblick in die Funktion der Nieren. All diese Methoden sind theoretisch gut begründet, millionenfach angewandt und bewährt.

In den letzten 30 Jahren seit der Entdeckung der intravenösen Pyelographie und ihrem Siegeszug durch die urologische Diagnostik wurde immer wieder versucht, die Zahl der bereits eingeführten Funktionsprüfungen zu erhöhen, und zwar durch solche, die auf die Ausscheidungsurographie zurückgehen. Mit anderen Worten, es wurde die Frage untersucht, ob die intravenöse Pyelographie neben der Möglichkeit der Beurteilung der Morphologie, der pathologisch-anatomischen Veränderungen der ableitenden Harnwege auch der Beurteilung der Nierenfunktion zugänglich ist. Das Bemühen, diese Frage mit Ja zu beantworten, ist verständlich, würde doch der urologische Untersucher dadurch in die Lage versetzt, zwei bislang getrennte und langwierige Untersuchungen, nämlich die retrograde Pyelographie und die Nierenfunktionsprüfung nach althergebrachter Weise durch eine in der Aus-

führung so bestechend einfache Methode, wie sie die Ausscheidungsurographie darstellt, zu ersetzen. Dies ist auch der Grund, warum man sich vielfach nicht gescheut hat, den Boden der bewährten Nierenfunktionsprüfungen zu verlassen und sich einer Methode zuzuwenden, deren Zuverlässigkeit aus den verschiedensten Gründen arg umstritten ist. Diese strittige Zuverlässigkeit ist auch der Grund dafür, dass diese Versuche eine grosse Diskussion ausgelöst haben, die bedingt durch die vielen Argumente für und wider noch zu keinem Ende gekommen ist.

Der Vergleich der Schattenintensität als Nierenfunktionsprobe

Worauf gründet sich nun diese neue Nierenfunktionsprüfung ? Letztlich geht die Methode zurück auf die Beobachtung, dass bei gesunden Nieren kurz nach intravenöser Verabreichung von Kontrastmittel sich die ableitenden Harnwege im Röntgenbild kontrastreich darstellen, und dass bei funktionell geschädigten Nieren oft nur flau Kontraste zur Beobachtung kommen. Diese Feststellung legte die Vermutung nahe, dass Röntgenkontrastmittel proportional der Leistungsfähigkeit der Nieren zur Ausscheidung kommen, und dass sich die Nierenfunktion in der Qualität der erhaltenen Röntgenbilder widerspiegelt. Es stellt sich jedoch bald heraus, dass eine Fülle von Faktoren die Qualität der Bilder störend beeinflussen kann, und dass der Untersucher dadurch schwerwiegenden Täuschungen ausgesetzt wird. Diese Erkenntnis beeinflusste die weitere Entwicklung einmal dahingehend, dass diese scheinbar so unsichere Methode wieder verlassen wurde, zum anderen wurde versucht, die störenden Momente auszuschalten oder die Untersuchung völlig umzugestalten. Dem letzteren Versuch verdanken wir es, dass es heute eine Reihe verschiedener Möglichkeiten gibt, im Zusammenhang mit der intravenösen Urographie Aufschluss über die Nierenfunktion zu erhalten. Sie sollen nacheinander besprochen werden.

Im Vordergrund steht die röntgenologische Funktionsprobe nach folgender Methode. Die nach Kontrastmittelinjektion gewonnenen Bilder werden beurteilt hinsichtlich der Dichte der Schatten. Die Schatten beider Seiten werden miteinander verglichen, wobei die gesunde Seite als Maßstab genommen wird. Sind beide Seiten erkrankt, so werden "Normal-schatten" zum Vergleich herangezogen, um den Grad der Kontrastschwäche beurteilen zu können.

Sieht man über die zahlreichen Ressentiments hinweg, so ergeben sich aus dieser Art der Beobachtung urographischer Bilder folgende Resultate. 1) Bei manifester Niereninsuffizienz finden sich nur ausnahmslos schlechte Schattenbilder, wenn es überhaupt zu einer Ausscheidung kommt. 2) Bei normaler und guter Funktion der Nieren kommt es stets zu guter Darstellung des Urogentlsystems. 3) Bei mittelgradigen oder leichten Störungen der Nierenfunktion wird eine entsprechende gröbere oder leichtere Kontrastschwäche im Röntgenbild zu erkennen sein (Seils). Wie schon erwähnt, können gewisse Umstände, die weiter unten besprochen werden, störend auf die Beurteilung der Bilder wirken. Aus diesem Grunde sind die meisten Autoren hinsichtlich der Ergebnisse der intravenösen Pyelographie als Nierenfunktionsprüfung vorsichtiger.

So glaubt v o n L i c h t e n b e r g , dass der gute Ausfall der Urographie zu der Annahme einer "ausreichenden Teilfunktion" der Nieren berechtigt. H u t t e r ist der Auffassung, dass ein kontrastreiches Bild immer "an ein, wenn auch nur halbwegs funktionierendes Parenchym" gebunden ist. An Hand von 2500 Fällen hat es sich ihm bestätigt, dass bei Ausfall der röntgenologischen Darstellung einer oder gar beider Seiten der ableitenden Harnwege immer eine schwere Schädigung oder völliges Aufhören der Harnbereitung vorliegt. V i e t h e n stellt fest, dass in Fällen, bei

denen durch krankhafte Prozesse der Niere die Harnproduktion in stärkerem Masse verzögert ist oder ganz aufgehört hat, die Schattenzeichnung im urographischen Bild weniger deutlich oder gar nicht vorhanden ist. D o m r i c h machte auf Grund von Tierexperimenten die Beobachtung, dass die Methode nach Nierenverletzungen Aufschluss über die Funktion der Nieren gibt, und zwar spricht bei lädierter Niere verminderte Schattendichte für verminderte Funktion. Positiv äussert sich auch G a l l i z i a , der auf Grund von Vergleichen mit der Indigokarminprobe und mit anderen funktionellen Proben den Vergleich der Schattendichte zur Beurteilung der Nierenfunktion für aufschlussreich hält. B r a a s c h sagt, dass die Methode einen ziemlich genauen Einblick in die Nierenfunktion gebe. S e g r e glaubt, dass man verlässliche Angaben über die funktionellen Verhältnisse beider Nieren erhält, da die Schattendichte sowohl für die Funktion der Niere, als auch für die Motilität der glatten Muskulatur der ableitenden Harnwege bestimmend sei. V i l l a hält diese Nierenfunktionsprüfung bei einseitigen Nierenerkrankungen für ausgezeichnet, hält ihren Wert bei beidseitigen Erkrankungen für beschränkt oder gleich null. W e i s e r weist darauf hin, dass die Ausscheidungsurographie eine Belastungsprobe der Nieren sei, aussagend in welchem Mass und in welcher Zeit eine harnfähige Substanz von der Niere ausgeschieden werden kann, und da die Ausscheidung in erster Linie an die Sekretionsfähigkeit des Nierenparenchyms gebunden sei, gebe sie einen verlässlichen Einblick in dessen Funktionszustand. Gleichzeitig warnt er jedoch, die Ergebnisse des Vergleichs der Schattenintensitäten überzubewerten. Schliesslich ist S e i l s der Meinung, dass die intravenöse Pyelographie als Nierenfunktionsprüfung praktisch eine sehr brauchbare Verwendung finden kann, da sie theoretisch wohlbegründet ist. Die Fehlerquellen müssten durch eine geeignete Untersuchungstechnik ausgeschaltet werden.

Auch sei eine genaue Kenntnis der zu Täuschungen Anlass gebenden Faktoren unbedingt erforderlich. Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, glaubt S e i l s , gebe diese Methode oft Einblick in die Nierenfunktion, wie keine andere Methode. Als Begründung führt er an, dass Röntgenkontrastmittel als Clearance-substanzen verwendet werden können, und dass deswegen die Ausscheidungsurographie in die Reihe dieser empfindlichen Proben gehört. Auch stelle die Untersuchung einen hohen Anspruch bezüglich der Konzentrierfähigkeit der Nieren. Der Harn erreiche dabei spez. Gewichtswerte bis 1050. Störungen in der Konzentrierleistung mit Werten um 1020 kämen schon durch eine deutliche Kontrastschwäche in den Bildern zur Beobachtung. Soweit die Stimmen zum Vergleich der Schattenintensität. Aus diesen wenigen Kommentaren schon wird die Unsicherheit in der Beurteilung der pyelographischen Schatten deutlich.

Angeregt durch die immer wieder aufgestellten Behauptungen, die intravenöse Urographie könne als Nierenfunktionsprüfung Verwendung finden, durch den Vergleich der Kontrastmitteldichte im Röntgenbild und durch eigene Beobachtungen skeptisch geworden, unternahm N i e l s P.G. E d l i n g den Versuch, durch vergleichende Untersuchungen zwischen Ausscheidungsurographie und selektiver Clearance eine Klärung dieser Frage zu erreichen.

Dem Argument, die Clearance könne zum Vergleich mit der Pyelographie nicht herangezogen werden, da beide Prüfungen an verschiedene Funktionsbestandteile der Niere gebunden seien, (vorwiegende Glomerulusausscheidung bei der Urographie, vorwiegende Tubulusausscheidung bei der Clearance) kann damit entgegnet werden, dass die verschiedenen Clearanceuntersuchungen als Nierenfunktionsprüfungen anerkannt bewährt sind, wie schon weiter oben festgestellt, und es um die Frage geht, ob die i.v. Pyelographie ebenfalls als eine solche Nierenfunktionsprüfung verwendbar

ist. Falls dies zutrifft, müssten beide Methoden in ihren Ergebnissen übereinstimmen.

Um einen weiteren Sicherheitsfaktor in ihre Untersuchung einzubauen, gingen die genannten Autoren so vor, dass sie zur Messung der Glomerulusfiltration die Inulinclearance und zur Messung des "effective renal plasma flow" die PAH-Clearance verwandten. Es wurde zur Untersuchung Katheterurin gewonnen. Die Ergebnisse wurden verglichen mit urographischen Bildern der gleichen Woche. Wegen der grundlegenden Wichtigkeit dieser Arbeit sollen Einzelheiten hier kurz mitgeteilt werden.

Die Untersuchung wurde an 19 stationären Patienten mit einer Summe von 30 Nieren vorgenommen (darunter waren auch einseitig nephrektomierte Patienten). Entsprechend den urographischen Bildern wurden die Nieren in zwei Gruppen geteilt. In der ersten Gruppe befanden sich 15 Nieren mit hoher Schattenintensität der Nierenbecken und Ureter. Die Nieren der zweiten Gruppe wiesen eine niedrigere Schattenintensität auf. Bei Gruppe I zeigte sich bei den Clearancewerten eine Überfunktion in 6 Fällen. In 4 dieser Fälle handelte es sich um Einzelnieren, bei den anderen beiden funktionierten die Schwesternnieren schlecht. Diese Überfunktion, die übrigens in den urographischen Bildern nicht zum Ausdruck kam, ist sicher auf die bekannte Funktionskompensation zurückzuführen. Weitere 3 Nieren zeigten normale Clearancewerte, wie auch normale Schattenintensität. Die restlichen 6 Nieren der ersten Gruppe zeigten Clearancewerte auf, die für reduzierte Nierenfunktion sprachen, gleichwohl die Röntgenbilder durch gute Schattendichte auf verminderte Funktion schliessen liessen. Bei diesen 6 Nieren fanden sich bei diagnostischer Klärung lokale Parenchymschädigungen oder Pyelonephritis.

In der zweiten Gruppe mit 15 Nieren wiesen 12 Nieren übereinstimmend mit Clearancewerten und Kontrastmitteldichte eine deutliche Reduktion der Nierenfunktion auf. Es handelte sich um Nieren, die durch Pyelonephritis, nekrotisierende Papillitis und cystische Nierendegeneration geschädigt waren. Die restlichen 3 Nieren dieser Gruppe hatten normale oder besser als normale Clearancewerte, was für eine gute Funktion sprach, obwohl es sich um kranke Nieren handelte. (Zwei pyelonephritische Nieren und eine cystisch degenerierte). Dies kam im Röntgenbild durch verminderte Ausscheidung ja auch zum Ausdruck. Auch wenn man berücksichtigt, dass es sich bei der Urographie um eine mehr quantitative Probe und bei der Clearance mehr um eine qualitative Probe handelt, so kann man aus den Ergebnissen der Untersuchung doch folgende Schlüsse ziehen. 1) Eine gute Kontrastdichte im Röntgenbild ist nicht in jedem Fall ein Zeichen für gute Nierenfunktion. 2) Umgekehrt beweist Kontrastarmut nicht in jedem Fall reduzierte Funktion.

Welches sind nun die Gründe für den zumeist unterschiedlichen Ausfall der Untersuchungen? Ein gewisser Teil ist sicher der Tatsache zuzuschreiben, dass bei der Ausscheidungssurographie überwiegend die Glomeruli und nicht die Tubuli für die Ausscheidung massgeblich sind, und dass man bei überwiegender Erkrankung eines der beiden Systeme einen unterschiedlichen Ausfall der systemspezifischen Prüfungen erwarten muss. Diese Meinung findet sich auch in einer Arbeit von W i e s e r . Er sagt darin, dass klinische und röntgenologische Funktionsprüfung bei der gesunden Niere wohl gleiche Ergebnisse zeitigen kann, bei erkrankten Nieren jedoch nur dann, wenn diese Erkrankung nicht den einen oder anderen Ausscheidungsapparat geschädigt hat. So hat er beobachtet, dass eine Erkrankung der Glomeruli, wie zum Beispiel die Glomerulonephritis, mit guter Indigokarminausscheidung einhergeht, die Kontrastmittelausscheidung jedoch mangelhaft ist und umgekehrt bei Schädigung

der Tubuli beispielsweise durch Tumoren die Indigokarminausscheidung fehlt, das Röntgenkontrastmittel aber gut ausgeschieden wird. Diese Überlegung vermag jedoch nur einen geringen Teil der unterschiedlichen Ergebnisse zu erklären. In der Regel ist es doch so, dass die Erkrankung eines der beiden Systeme die Miterkrankung des anderen zur Folge hat. Innerhalb des Organs Niere liegen ja nicht eine "Glomerulusniere" und eine "Tubulusniere" nebeneinander, sondern beide bilden eine funktionelle Einheit. Am Beispiel der chronischen Glomerulonephritis lässt sich das gut zeigen. Im Verlaufe dieser Krankheit kommt es zur Hyalinisierung des Glomerulus und dadurch zur Einengung der kapillaren Glomerulusschlingen. Dadurch fliesst nur noch wenig Blut durch die eingeengte Strombahn, was zur Folge hat, dass der dazugehörige Tubulusschlauch, der ja vom vas efferens des Glomerulus ernährt wird, Sauerstoffmangel leidet und schliesslich verödet.

Bekannt ist die Tatsache, dass Nieren zu kompensatorischer Leistung fähig sind. Dies zeigen deutlich die 6 Nieren der Versuchsgruppe I, welche den Verlust der Schwesterniere völlig ausgleichen konnten. So wird es auch möglich sein, dass bei Erkrankung und Funktionsausfall eines Teils der Niere der restliche noch gesunde Parenchymteil kompensierend eingreift und den Funktionsverlust wettmacht. Ausserdem kann diese Niere ihre Reservekapazität freimachen, denn normalerweise ist ja immer nur ein Teil der Nephrone in Arbeit. In einem solchen Fall kann es zu guter bildlicher Darstellung kommen, obwohl bezogen auf die Gesamtniere ein Funktionsausfall besteht.

Durch die Ausscheidungsurographie wird an die Nieren eine unphysiologische Forderung gestellt. Unter normalen Umständen kommt die Niere nie in die Lage, körperfremde

Stoffe mit einer so hohen Plasmakonzentration auszuscheiden. Diese hohe Kontrastmittelkonzentration kann im Vergleich zur Ausscheidung anderer harnpflichtiger Stoffe einen anderen Ausscheidungsmechanismus bewirken, und zwar in dem Sinne, dass noch Kontraststoffe ausgeschieden werden, wenn die physiologische Ausscheidung schon aufgehört hat.

Soweit einige Gründe, die erklären können, warum die Ausscheidungsurographie den anderen Nierenfunktionsprüfungen nicht entspricht. Auch in der Beurteilung von Fällen, in denen sich eine Übereinstimmung der Ergebnisse zeigte, bestehen Schwierigkeiten. Hier sagt die Ausscheidungsurographie nur aus, ob die Nierenfunktion vermindert ist oder nicht. Den Grad einer Störung vermag man nicht genau anzugeben. Es gibt keinen Gradmesser für die Schattendichten. Gerade aber das Ausmass der Funktionsstörung zu kennen, ist wichtig. In anderen Fällen, so bei den restlichen 3 Nieren der Gruppe II, scheint es, dass es eher möglich ist, bei Kontrastschwäche im Röntgenbild auf einen krankhaften Prozess zu schliessen, denn auf verminderte Funktion, denn die war ja, wie die Clearancewerte zeigten, völlig normal.

Auf ähnliche Weise wie die eben genannten Autoren versuchte W i n t e r, Aufschluss über den Fragenkomplex der Nierenfunktionsprüfung mit der i.v. Pyelographie zu erhalten. Er untersuchte 72 Patienten urographisch und kontrollierte die Ergebnisse mit klinischen Proben wie Kreatininclearance, Inulinclearance, PAH-Clearance, Phenolsulfonphtaleintest (PSP). Die Pyelogramme beurteilte er hinsichtlich der Schattendichte, des zeitlichen Beginns der Ausscheidung, dem Erscheinungsbild der Nierenstruktur und der Grösse der Nierenmasse. Bei diesen Untersuchungen fand er Beispiele von zweiseitiger ungleicher Schädigung der Nieren-

funktion, ohne dafür in den Urogrammen irgendeinen Anhalt zu finden, Beispiele von beidseitiger, gleicher Funktionsverminderung, die durch die Pyelographie nicht aufzudecken waren, Beispiele von einseitiger Unterfunktion der Niere, trotz unauffälligem Pyelogramm, Beispiele von gut und normal funktionierenden Nieren, die allein nach dem Röntgenbild beurteilt eine Funktionsverminderung hätten vermuten lassen.

Auch W i n t e r ist der Auffassung, dass die Fähigkeit der Nieren, ein Kontrastmittel so zu konzentrieren, dass man ein gutes Röntgenbild erhält, abhängig ist von der Anzahl der Glomeruli, die den Kontraststoff abfiltrern. Er geht sogar so weit zu sagen, dass theoretisch alle Tubuli inaktiv sein könnten, um dennoch bei intakten Glomeruli ein gutes Röntgenogramm der ableitenden Harnwege zu erhalten. In der Praxis tritt dies zwar nie ein, doch glaubt er, dass ein Teil der negativen Ergebnisse mit den glomerulären Ausscheidungsverhältnissen des Kontrastkörpers zusammenhängt.

Zahlenmässig ausgedrückt fand W i n t e r , dass von 72 Pyelogrammen 23 nichts über den tatsächlichen Funktionszustand aussagten. Erklärend glaubt er, dass es bei den heutigen hochjodierten Kontrastmitteln möglich sein kann, dass die Jodplasmakonzentration so hoch ist, dass auch Nieren mit geschädigter Funktion passiv so viel Kontrastmittel abfiltrieren, um gute Pyelogramme entstehen zu lassen.

Auf Grund der Ergebnisse der Untersuchungen, die eine Fehlerbreite von 32 % ergaben, hält der Verfasser die Verwendung der i.v. Pyelographie als Index für die Nierenfunktion für ungeeignet und fordert, da es für das Wohl des Patienten unerlässlich ist, zur Feststellung der Nierenfunktion geeignete klinische Prüfungen heranzuziehen.

B r a a s c h und E m m e t bemühten sich ebenfalls durch vergleichende Untersuchungen um das gleiche Thema. Auch sie beurteilten die Röntgenbilder nach der Intensität der Schatten und nach dem zeitlichen Auftreten und Verschwinden der Schatten, jedoch zogen sie als Vergleichsuntersuchung den Vollhardschen Verdünnungs- und Konzentrationsversuch und die Blauausscheidung hinzu. Hin und wieder konnten sie Vergleiche ziehen mit den entsprechenden Operationspräparaten. Es wurden 50 Patienten untersucht. In 78 % der Fälle bestand eine gute Übereinstimmung in dem Ausfall der klinischen Proben und der Röntgenbilder. Bei 22 % der Patienten zeigten sich jedoch erhebliche Differenzen. Sei es, dass die Nieren in ihrer Funktion geschädigt waren, ohne dass dies in den Urogrammen zum Ausdruck kam, oder umgekehrt keine Funktionsschädigung vorlag, obwohl das pyelographische Bild durch eine verminderte Kontrastdichte oder durch eine Ausscheidungsverzögerung einen solchen Verdacht aufkommen liess. Weiterhin wurde die Beobachtung gemacht, dass bei bestimmten Nierenerkrankungen die pyelographischen Bilder besonders unzuverlässig Auskunft über die Funktion der erkrankten Niere geben. So ist es bei Hydronephrosen, Pyelonephritis, polycystischer Nierendegeneration und bei Solitärzysten der Niere. Hierhin gehören auch die Nierentuberkulose und bösartige Tumoren, bei denen oft nicht auf die Ausdehnung der Herde und auf den Umfang der Funktionsverminderung geschlossen werden kann. Die besten Erfahrungen machten die Verfasser mit der Beurteilung der Bilder bei Prostatahypertrophie. Hier gingen Intensität und zeitliches Auftreten der Schatten stets parallel mit der durch klinische Proben festgestellten Insuffizienz der Nieren. Diese Beobachtung machte auch C i b e r t, der trotz vorher angestellter klinischer Funktionsprüfung immer wieder postoperative Komplikationen wie Urämie nach Prostataktomie eintreten sah. Schliesslich zog er die Ausscheidungsurographie zu Hilfe und machte die Feststellung, dass

diese Methode bei der Prostatahypertrophie eine wertvolle und die anderen Funktionsprüfungen übertreffende Probe zur Feststellung der Nierenleistung ist. Die Aufnahmen wurden 5, 15 und 30 Minuten nach der Injektion gemacht. C i b e r t stellte folgende Richtlinien auf. Postoperative Urämie ist fast ausgeschlossen, wenn nach 5 Minuten die ableitenden Harnwege beiderseits und gut konzentriert zur Darstellung kommen. Noch besser ist die Prognose, wenn auch die Blase nach dieser Zeit schon zu sehen ist. Späteres Auftreten und geringere Intensität der Schatten spricht schon für verminderte Funktion. Fehlt gar die Darstellung eines der Nierenbecken und Ureteren oder sind diese erweitert, ist die Prognose schlecht bzw. unklar. Es empfiehlt sich dann abzuwarten und die Operation zu verschieben.

Schliesslich bemühte sich auch L a u b e r durch Vergleich der i.v. Urographie mit der Indigokarminausscheidung, Licht in das Dunkel zu bringen. Er untersuchte 42 Patienten und fand Ergebnisse, die denen der genannten Autoren sehr ähneln. In 20 Fällen fand er völlige Übereinstimmung in den Resultaten beider Methoden. Bei weiteren 15 Fällen zeigten beide Methoden eine Nierenfunktionsstörung an, wenn auch von verschiedener Stärke. Bei den restlichen 7 Fällen fanden sich erhebliche Widersprüche. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich eine Fehlerbreite von 16,6 %, wenn man die Ungenauigkeit der Ergebnisse bei 15 Fällen ausser acht lässt. Zwar liegt die Fehlerbreite hier niedriger als bei den anderen Untersuchungen, doch kann ganz allgemein gesagt werden, dass man sich bei der Bewertung der pyelographischen Schatten zur Nierenfunktion grosse Zurückhaltung auferlegen muss. Weder darf man bei normaler Schattenbildung immer auf eine Normalfunktion schliessen, noch darf man bei mangelnder Schattenbildung von vorneherein eine schwer geschädigte Niere annehmen. L a u b e r hält aus diesen Gründen die Indigokarminausscheidung als eine

zuverlässigere Nierenfunktionsprobe.

Einen völlig anderen Weg beschritt R i z z i , um sich ein Urteil über die Leistung der i.v. Pyelographie als Nierenfunktionsprobe zu bilden. Er untersuchte Nieren Verstorbener, die kurz zuvor urographisch untersucht worden waren pathologisch-histologisch und verglich die Ergebnisse. Er kam dabei zu dem Resultat, dass die Menge Kontrastmittel, die von einer Niere ausgeschieden wird, nichts aussagt über die Menge funktionierenden Parenchyms sondern unter Umständen nur auf den guten funktionellen Zustand des Restparenchyms einer kranken Niere schliessen lässt.

Aus dem vorigen Abschnitt ging hervor, dass die Fehlerbreite bei der Beurteilung der röntgenologischen Bilder relativ gross ist. Es ist nun wichtig, nach weiteren Gründen zu suchen, warum die Methode hinsichtlich der Beurteilung der Nierenfunktion oft so unzuverlässig ist. Es muss nach Faktoren gesucht werden, die die Bildqualität störend beeinflussen können. Sie sollen zusammengefasst werden unter dem Begriff der extrarenalen Störfaktoren, die man nach O l l s o n in prae- und postrenale einteilen kann. Zu den praerenalen Faktoren gehört der Zustand des Wasserhaushaltes des zu untersuchenden Patienten. Trinkt der Patient vor der Untersuchung grössere Flüssigkeitsmengen (besonders bei Ambulanten ist das möglich), so wird durch die erhöhte Diurese kein konzentrierter Urin ausgeschieden werden können und eine geringe Kontrastdichte resultieren. Das gleiche kann eintreten bei Oedemen, die durch das Diureticum Kontrastmittel mobilisiert werden. Auch bei allen anderen Störungen im Wasserhaushalt, die je nach dem mit vermehrter oder verminderter Ausscheidung einhergehen, ist es möglich, dass diese ihren Niederschlag im Röntgenbild finden, ohne dass man dabei irgendwie Rückschlüsse auf die Nierenfunktion

zu ziehen in der Lage ist. So sei daran erinnert, dass Nebenniere, Hyperphysenhinterlappen und Schilddrüse direkt oder indirekt auf die Nierenleistung Einfluss nehmen.

Für die intravenöse Urographie weit wichtiger sind jedoch die postrenalen Störfaktoren. Nierenbecken und Ureter sind von Natur aus keine Sammelorgane für den gebildeten Harn. Wenn man sie künstlich durch Ureterkompression zu solchen macht (Seils), so darf man nicht erwarten, dass noch physiologische Verhältnisse vorliegen. In einem künstlich gestauten harnableitenden System wird auch der in ihrer Funktion geschädigten Niere die Möglichkeit gegeben, genügend kontrasthaltigen Harn zu sammeln, um ein kontrastreiches Bild zu ergeben. Nierenbecken und Ureter sind vielmehr Organe, die einen kontinuierlichen Transport von Harn in das eigentliche Sammelorgan, die Blase, gewährleisten sollen. Aus diesem Grunde sind sie mit glatter Muskulatur ausgestattet. Wie schon oben dargelegt, lassen sich in der Tätigkeit der Ureteren zwei Abschnitte unterscheiden. In einer Diastole sammelt sich etwas Harn in den Nierenbecken, der dann in einer Systole durch peristaltische Wellen, die den Ureter hinablaufen, in Spindeln zur Blase befördert wird. Röntgenaufnahmen, die diesen Vorgang einmal in der Phase der Diastole und einmal in der Systole treffen, müssen einen Unterschied in der Kontrastintensität aufweisen. Die diastolischen Bilder werden kontraststärker als die systolischen sein (Casper). Da die Kontrastmittel diuretisch wirksam sind und bei steigender Diurese die Häufigkeit der peristaltischen Bewegungen ansteigt, ist es noch schwieriger, die ableitenden Harnwege stets in der gleichen Phase zu treffen, und so eine gleiche Betrachtungsgrundlage für die Beurteilung der Nierenfunktion zu erreichen. Dieser Meinung ist u.a. auch Bö m i n g h a u s , der den dynamisch und funktionellen Zustand von Nierenbecken und Ureter von ausschlaggebender Bedeutung für die

Intensität des Kontrastschattens hält und folgert, dass die erzielten Bilder nur einen momentanen Funktionszustand der Sekretion und Entleerung darstellen, der ausserdem noch abhängig ist von bekannten und unbekannten gestaltverändernden Kräften. So glaubt Bö m i n g h a u s , dass die starke Konzentration der Kontrastsubstanz die Schleimhäute der Harnwege unphysiologisch reizt und dadurch zu einer dynamischen Veränderung im Sinne einer Hyperkinese führt, die ihrerseits ein kontrastarmes Bild zur Folge hat.

Weiterhin können atonische Zustände, aus welchen Ursachen heraus auch immer, einen mangelnden Abfluss des Harn bedingen, wodurch es zu einer guten Röntgendarstellung kommt, was nicht Ausdruck einer guten Nierenfunktion zu sein braucht.

Die Blase umschliesst ihren Inhalt mit einer bestimmten Spannung, steigt der Druck über ein bestimmtes Mass hinaus, so resultiert reflektorisch eine Weiterstellung der Ureteren, die jetzt eine Harnsäule aufweisen. Die Kapazität der Blase ist sehr variabel. Da sie auch bei ein und derselben Person grosse Unterschiede aufweisen kann, kann dieser Umstand Bedeutung gewinnen. Eine gute Darstellung der Ureteren, die praktisch rückläufig von der Blase her gefüllt sind, würde auf eine gute Nierenfunktion hinweisen, die aber nicht vorzuliegen braucht.

O l i v e t glaubt, dass bei schlechter Darstellung trotz nachweislich guter Nierenfunktion Kelchspasmen vorliegen können, die ein Abtropfen von Harn in Nierenbecken und Ureter verhindern.

Eine Reihe von Krankheiten, die unter dem Begriff der Verstopfungsnieren zusammengefasst sind, geben oft Anlass zu falscher Beurteilung der Bilder und erhöhen die Unsicherheit der Methode. Hierhin gehören alle Fälle, die mit einer

Abflussbehinderung der Harnwege einhergehen, verursacht durch Steinverschluss, Strikturen (Narbenzug), Spasmen der glatten Muskulatur, Tumoren und Kompressionen aller Art. Ist durch einen dieser Faktoren der Abfluss vollständig und schon über längere Zeit unterbunden, so wird dies leicht an der pathologischen Erweiterung der Harnwege zu erkennen sein. Die Schwierigkeit in der Beurteilung beginnt da, wo nur eine Abflussbehinderung vorliegt, die nicht in jedem Fall im Röntgenbild zu erkennen sein wird. Durch den partiellen Rückstau wird es bei der Urographie zu schönen, kontrastreichen Bildern kommen, ohne dass eine gute Nierenfunktion dahinterzustehen braucht. Da solche Abflussbehinderungen für gewöhnlich nur einseitig auftreten, erhöht sich die Irrtumsmöglichkeit. Man wird nämlich die gestaute, gut dargestellte Niere als Masstab nehmen und wegen der nichtgestauten und daher weniger gut dargestellten Harnwege auf eine schlechtere Funktion dieser gesunden Niere schliessen können. (Böminghaus, Casper, Chabanier, Haenisch, Chevallat und v.a.)

In dem Vergleich der Schatten beider Seiten liegt allein schon eine grosse Unsicherheit. Wie weiter oben schon mitgeteilt, geht man entweder davon aus, dass man den besseren der Schatten als normal bezeichnet und schliesst von hier auf den Schatten der anderen Seite, oder man legt, falls beide Schatten schlecht sind, einen "Normalschatten", den es in Wirklichkeit gar nicht gibt, zu Grunde. In beiden Fällen steht der Ausgangsschatten auf schwankendem Boden. In 13 % der Fälle fand Chabanier, dass die kranke Niere bessere, kontrastreichere Bilder lieferte als die gesunde Niere. Beim Vergleich der Schattendichte müsste man hier folgerichtig die kranke Niere als gesund bezeichnen müssen, die kranke Niere jedoch für gesund halten. Da die Kontrastdichte im Röntgenbild abhängig ist von der Konzentration des Kontraststoffes im Urin, glaubt Chabanier, dass die hohe Fehlerbreite von 13 % durch die bereits erwähnte Polyurie der gesunden Niere zustande kommt.

Weiter spielt die Intensität der verwendeten Röntgenstrahlen und das Ausmass der zu durchdringenden Schichten für die Beurteilung der Kontrastmitteldichte eine wesentliche Rolle (Esch und Halbeis). Die Bedingungen bezüglich der Intensität der Röntgenstrahlen kann man zwar gleichgestalten, zu berücksichtigen bleibt jedoch die Statur des zu untersuchenden Patienten. Bei adipösen Personen wird oftmals das Nierenbeckenbild verwischt und schlecht sichtbar sein. Patienten mit dünnen Bauchdecken bieten in dieser Hinsicht viel bessere Bedingungen. Auch durch oft nicht auszuschaltenden Meteorismus können die Bilder in ihrer Qualität beliebig beeinträchtigt werden, was die Schwierigkeit sowohl der morphologischen Betrachtung als auch erst recht der Betrachtung hinsichtlich der Kontrastintensität beträchtlich erhöht.

Bekannt ist das Phänomen der "hysterischen Anurie". Eine Urographie würde zu dem Trugschluss einer funktionsuntüchtigen Niere führen. Die Regel ist jedoch, dass eine solche Niere nach einer gewissen Zeit ihre volle Funktion wieder aufnehmen kann. (Fontoura).

E d l i n g und H e l a n d e r beobachteten, dass nach Verabreichung von Penicillin, PAH oder Phenolrot bei gleichzeitiger i.v. Urographie eine Verminderung der Schattendichte resultiert. Durch die genannten Stoffe, die ja hauptsächlich durch die Tubuli ausgeschieden werden, sind diese ausgelastet und der Harn kann nicht mehr genügend konzentriert werden. Die Verfasser glauben, dass bei der heute verbreiteten Penicillintherapie vor allem bei ambulant untersuchten Patienten an diesen störenden Faktor gedacht werden muss.

Neben all diesen bekannten Umständen, die die i.v. Pyelographie in Bezug auf ihre Verwertung als Nierenfunktionsprüfung unzuverlässig erscheinen lassen, glaubt C a s p e r , noch

weitere unbekannte extrarenale Faktoren hinzurechnen zu müssen, die das launenhafte Verhalten des Kontrastmittels bedingen, demzufolge es einmal besser und das anderemal schlechter ausgeschieden wird. So nimmt er an, dass die Nieren eine so starke Affinität zu den Jodpräparaten haben könnten, dass sie von den Nieren ausgeschieden werden, solange überhaupt noch Nierensubstanz, wenn auch nur in geringer Menge, vorhanden ist. Auch O l i v e t glaubt, das launenhafte Verhalten der Kontrastmittelausscheidung durch unbekannte einflussnehmende Faktoren erklären zu können. Er sucht nach diesen Faktoren, weil er bei seinen urographischen Untersuchungen immer wieder feststellte, wie unzuverlässig die Methode ist. Er unterscheidet bei Patienten und Bildmaterial vier Gruppen. In der einen Gruppe findet sich kein Kontrast im Nierenbecken, verschiedene Arten von Nierenschädigung kann man hier nachweisen. In der zweiten Gruppe handelt es sich um ähnlich schwere Nierenerkrankungen, bei denen aber nach einer gewissen Zeit noch flauere Kontrastschatten zu erkennen sind. In einer dritten Gruppe erhält man schon nach kurzer Zeit ein kontrastreiches Bild, obwohl es sich um Fälle von frischen Nierenschädigungen handelt. In der letzten Gruppe schliesslich findet man Fälle, die ganz aus dem Rahmen der üblichen Beobachtung fallen, und zwar solche, die - obwohl klinisch keine Störung der Nierenfunktion nachzuweisen ist - das Kontrastmittel nur flau oder garnicht zur Ausscheidung bringen. Diese Beobachtungen von O l i v e t sind typisch für die i.v. Urographie. Immer findet sich bei den erzielten Bildern ein bestimmter Prozentsatz, der der üblichen Beurteilung nicht zugänglich ist. Der erklärenden Ursachen sind viele und doch noch nicht genug. In dieser Richtung müssen noch Untersuchungen gemacht werden.

Andere Möglichkeiten, nach i.v. Pyelographie Einblick
in die Nierenfunktion zu nehmen

Wie schon weiter oben angedeutet, wurden auch noch andere Wege beschritten, um im Zusammenhang mit der i.v. Pyelographie Aufschluss über die Nierenfunktion zu erhalten. "Buisson", "Caffee", "Bader", "Haenisch" und "Viethen" geben eine Methode an, wobei das erste Auftreten von Kontrastmitteln in den Nierenkelchen beobachtet wird. Hierzu müssen eine Serie von aufeinanderfolgenden urographischen Aufnahmen sofort nach Beendigung der intravenösen Injektion gemacht werden. Ergebnisse : Sind Nierenbecken und Calices innerhalb 10 - 15 Minuten p.i. sichtbar, so ist die Nierenfunktion normal. Lässt die Füllung des Hohlraumsystems eine Stunde auf sich warten, so liegt eine zeitliche oder dauernde Schädigung der Nieren vor. Zeitliche Differenzen im Auftreten der Schatten zwischen rechter und linker Seite weisen ebenfalls auf eine Funktionsänderung hin. Ausserdem wurde von H a e n i s c h beobachtet, dass bei verminderter Funktion die Schatten nicht nur später auftreten, sondern dass die Ausscheidung sich auch länger hinzieht, so dass man auch nach einem längeren Zeitraum noch kontrastreiche Bilder erzielen kann, wenn die normale Niere die Ausscheidung der Kontrastsubstanz schon längst beendet hat. Als Erklärung für diese Beobachtung glaubt B a d e r , dass entzündliche Vorgänge an den Kelchen zu toxischer Schädigung der Parenchymfunktion führen und dadurch der Beginn der Ausscheidung der erkrankten Seite verzögert ist. 51 Fälle von entzündlichen Nierenerkrankungen führt er als Beispiel an. B u i s s o n glaubt, dass das Verfahren der Feststellung von zeitlichen Ausscheidungsdifferenzen zuverlässiger sei, als die Beobachtung der Dichte der pyelographischen Schatten. Man erhalte einen grösseren funktionellen Aufschluss über die Nieren. Zur Kontrolle verglich B u i s s o n die Ergebnisse mit der

**Phenolphthalein- Harnstoff- und Chlorürkonzentrations-
probe.**

Diese Art der Funktionsprüfung ist verständlicher als der alleinige Verlass auf Schattenqualitäten, entfallen hier doch eine ganze Reihe der sogenannten postrenalen Störfaktoren. Lediglich Kelchspasmen oder Spasmen der Papillennuskulatur kommen als postrenale Störfaktoren in Betracht. Sonst bringt jedoch auch diese Methode hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit keine Vorteile. Es kommen auch hier die gleichen Gegenargumente zur Geltung, wie für den Vergleich der Schattendichte. "Winter", "Braasch" und "Emmet", "Rizzi" und "Lauber" hatten bei ihren Untersuchungen die Bilder auch hinsichtlich des zeitlichen Auftretens der Schatten beurteilt und übereinstimmend festgestellt, dass auch diese Methode mit einem grossen Mass an Unsicherheit belastet ist. Auch Gegenargumente, die sich aus dem Ausscheidungsmechanismus der Kontrastmittel herleiten, gelten hier. Schliesslich sollte auch erwogen werden, ob durch die erforderlichen Serien von Aufnahmen eine für diese Untersuchung tragbare Strahlendosis nicht überschritten wird. Es gibt ja eine grosse Zahl von Prüfungen, mit denen man diese Strahlenbelastung umgehen kann und obendrein ein viel sichereres Ergebnis erhält. Auch ist diese Methode viel zu aufwendig und kostspielig. Die Angabe von B a d e r, dass vor allem bei entzündlichen Erkrankungen die Methode gute Ergebnisse liefert, schränkt die Anwendung dieser Untersuchung ohnehin ein.

Bekanntlich kommen bei der intravenösen Pyelographie auch die Nieren mehr oder weniger gut zur Darstellung. Diesen Umstand nutzt H u t t e r aus. Er geht davon aus, dass für die Grösse und bei normalem Nierenbecken auch die Parenchymmenge einer Niere die Kontur des Röntgenschattens massgebend ist. Aus der Beobachtung, dass Funktionsverminderung, wie sie beispielsweise bei mechanischen oder

dynamischen Harnstauungen auftreten, Parenchymreduktionen bewirken, leitet er ab, dass das Ausmass dieses Parenchymschwundes ersichtlich ist aus dem Verhältnis der sichtbaren Nierenkontur zu den mit Kontrastmitteln gefüllten Hohlräumen. H u t t e r glaubt, dadurch einen grösseren funktionellen Einblick zu erhalten als durch die Kontrastmittelausscheidung. Er hatte gesehen, dass auch hypoplastische Nieren dieselbe Kontrastintensität der Kelche, Becken und Ureteren aufweisen können wie gesunde Nieren. Hierzu muss gesagt werden, dass die Methode es nur erlaubt, eine Funktionsminderung schätzungsweise anzugeben. Im übrigen muss sie versagen bei Prozessen, die sich nicht an der Nierenkontur abspielen. Es handelt sich hier überhaupt um eine indirekte Methode. Wenn der Verfasser sie dennoch für aufschlussreicher als die i.v. Urographie hält, so kommt damit zum Ausdruck, wie niedrig er den Wert dieser zur Verwendung als Funktionsprobe einschätzt. Kommen die Nieren nach einer i.v. Urographie besonders deutlich zur Darstellung, so dass man eine regelrechte Speicherung der Kontrastsubstanz in den Nieren beobachten kann, so spricht man von einem nephrographischen Effekt. Ist dabei die Darstellung der ableitenden Harnwege mangelhaft oder überhaupt nicht vorhanden, so ist stets die Nierenfunktion herabgesetzt. (Edling, Helander). Dieser nephrographische Effekt wird beobachtet bei Senkung des systolischen Blutdrucks und bei Stauung im Nierenbecken durch Abflussbehinderung. Man muss sich hüten, bei diesen Fällen auf eine dauernd funktionsgeschädigte Niere zu schliessen. Es handelt sich hierbei auch nicht um Parenchymfunktionsstörungen, sondern um Entleerungsstörungen, die - wenn sie nicht zu lange anhalten - erfahrungsgemäss völlig reversibel sind.

Da es oft nicht gelingt, ein schönes kontrastreiches Bild des Urogenitalsystems zu erreichen, suchte und fand C o n s t a n t i n e s c u einen Weg, dennoch auf die Funktion der Nieren Rückschlüsse ziehen zu können. Ihm bot sich bei genauer Betrachtung solcher Bilder der Umstand an,

dass bei Nichtfunktionieren einer Niere auch in der dazugehörigen Blasenhälfte kein Kontrastmittel zu sehen war. Bei guter Nierenfunktion und schlechter Darstellung von Nierenbecken und Ureter war jedoch stets die Blase gleichmässig gefüllt, während bei Nichtfunktionieren einer Niere nur eine Kontrastvorwölbung von der gesunden Seite her zur Beobachtung kam.

Ergebnis : Bei gleichmässig gefüllter Blase besteht gute Nierenfunktion, bei einseitiger Blasenfüllung liegt Funktionsausfall der Niere der anderen Seite vor. Der Verfasser nennt diese Beobachtung das "Blasen-Ureterzeichen". Das Suchen nach diesem Zeichen hat sich ihm bewährt. Dieses Blasenzeichen wird von H e n n i n g e r abgelehnt. Er hatte ebenfalls festgestellt, dass verminderte Funktion einer Seite häufig einhergeht mit geringerer Schattendichte der entsprechenden Blasenhälfte. Er untersuchte daraufhin 240 Patienten urographisch und stellte fest, dass nur bei 100 Urogrammen (es handelte sich um nierenkranke Patienten) ein solches Blasenzeichen zu finden war. H e n n i n g e r zweifelt daher die Zuverlässigkeit dieses Zeichens an.

Schliesslich wurde verschiedentlich der Versuch gemacht, durch Untersuchung des nach intravenöser Injektion von Kontrastmittel gewonnenen Harns und durch Untersuchung des Blutes Aufschluss über die Nierenfunktion zu gewinnen. Diese Methoden sind verwandt mit bekannten klinischen Nierenfunktionsprüfungen und fallen eigentlich aus dem Rahmen dieser Arbeit. Der Vollständigkeit wegen sollen sie jedoch hier mitgeteilt werden.

Die Untersuchungen haben zur Grundlage die Tatsache, dass das Kontrastmittel von den Nieren in gewisser Gesetzmässigkeit ausgeschieden wird. Daher liegt es nahe, von dem Harn, der ja ein Produkt der funktionierenden Niere ist, auf die eigentliche Nierenfunktion Rückschlüsse zu ziehen.

Eine einfache Möglichkeit, schnellen Überblick über die Nierenfunktion zu gewinnen, gibt B ö m i n g h a u s an. Er setzt die durch die Ausscheidung des Kontraststoffs bedingte Erhöhung des spez. Gew. in Beziehung zu dem in der ersten Stunde nach Injektion abgesonderten Urin. Die so gewonnene Harnmenge in ccm wird multipliziert mit den beiden letzten Zahlen des spez. Gew. Das Ergebnis nennt B ö m i n g h a u s einen zahlenmässigen Wert der Nierenleistung, sogenannte "Leistungszahl". Er gibt an, dass die Versuchsbedingungen gleichgestaltet werden müssen, wenn man korrekte Werte erhalten will. Hierzu gibt M a r d e r - s t e i g an, dass er mit dieser Methode zu keinem eindeutigen Ergebnis kommen konnte.

B u z e a u hält als einzigen Wegweiser der Gesamtnierenfunktion die Bestimmung der Konzentration des applizierten Kontrastmittels im Harn (Harndichtebestimmung urographischer Stoffe "Harndensimetrie"). Er glaubt, so ein Bild über die "aktuellen und potentiellen Funktionswerte" der Nieren mit Sicherheit zu erhalten. Unklar bleibt dabei, aus welchen Gründen B u z e a u glaubt herleiten zu können, dass die Konzentrierleistung der Niere und die Ausscheidung nur eines Testkörpers die "Gesamtnierenfunktion" repräsentiere. Dies trifft sicherlich nicht zu. Er kann so nur Aufschluss über eine Detailfunktion der Niere erhalten. H a e n i s c h empfiehlt die graphische Darstellung der Kurve des spez. Gew. des Harns nach Kontrastmittelinjektion, das in der 3. - 5. Stunde der Ausscheidung bis 1050-1052 ansteigt. Nach der 5. Stunde fällt dann der Wert langsam bis 1030 ab. Der Verfasser konnte so hohe Werte bei herabgesetzter Funktion des Parenchyms nie beobachten. Auch H e c k e n b a c h hält sich an die Beobachtung dieses Kurvenverlaufs. Hinzu zieht er den Nachweis der ausgeschiedenen Kontrastmittelmenge durch Jodbestimmung im Harn und Umrechnung auf das jeweils benutzte Kontrastmittel. Er fand, dass bei guter Funktion stets 15 g Jod

in der 10-Stundenharnmenge nachzuweisen sind. Bei schlechter Funktion liegt dieser Wert nicht nur niedriger, sondern die Jodausscheidung, die nach 10-12 Stunden beendet sein sollte, hält je nach dem Grad der Störung noch länger an.

K a u f h o l d verfährt ähnlich wie B ö m i n g h a u s . Er kontrolliert das spez. Gew. und die 2-Stundenharnmenge. Die Werte trägt er in ein Normalschema ein, das die Beurteilung leicht und einfach gestalten soll.

Auch M a r d e r s t e i g beobachtet die Ausscheidung von Kontrastmittel durch systematische Kontrollen des spez. Gew. und der Harnmenge und legt die Werte in Kurven fest. Da der Anstieg des spez. Gew. abhängig ist von dem Ausgangswert, berücksichtigt er diesen und nennt die Differenz zwischen Ausgangswert und Höchstwert "Anstiegsszahl". Diese Anstiegsszahl liegt nach M a r d e r s t e i g bei gesunden Nieren bei 30 und "charakterisiert die Kurve". Ergebnisse : Bei Fällen mit nicht geschädigter Nierenfunktion zeigt die Kurve normales Verhalten, desgleichen bei Fällen mit einseitiger Nierenschädigung, sofern die kompensatorische Leistung der anderen Niere ausreichend ist. Bei Störungen der Leistungsfähigkeit beider Nieren zeigt sich ein flacher Kurvenverlauf, d.h. die Anstiegsszahl ist niedriger. Bei hochgradiger Störung findet sich eine sehr niedrige Anstiegsszahl, und zwar unter 25.

T o u r n é e und D a m m benutzten die Injektion von Kontrastmittel zu einer Retentionsprobe. Sie fanden bei gesunden Nieren einen bestimmten 4-Stundenkontrastmittelwert im Blut und schlossen, dass je nach dem Grade der Erhöhung dieses Wertes eine mehr oder weniger starke Funktionsminderung der Nieren die Ursache ist. So zeitraubend diese geschilderten Untersuchungen in den meisten Fällen sind, so wenig Neues bringen sie auch. Die meisten Methoden bemühen sich um die Feststellung der Konzentrier-

leistung der Nieren. Hier bringt der "Vollhardsche Versuch" viel bessere Ergebnisse. Wann und wie schnell die Nieren das Kontrastmittel ausgeschieden haben müssen, lässt sich nicht exakt angeben, wie die Untersuchungen über die Physiologie der Kontrastmittelausscheidung zeigen (siehe dort). Sicher gibt es auch bei gesunden Nieren Unterschiede in dieser Hinsicht. Weiter kann man durch die genannten Untersuchungen nur Auskunft über die Ausscheidungsverhältnisse des Testkörpers erhalten. Solche Teilfunktionsproben gibt es eine Menge, und nur durch eine Kombination verschiedener solcher Untersuchungen lässt sich ein breiterer Überblick gewinnen. Bei den genannten Autoren fanden sich keine Angaben, dass mit Sondenurin gearbeitet wurde. Zur Feststellung von einseitigen Nierenfunktionsstörungen und beginnenden zweiseitigen Schäden sind diese Methoden daher völlig ungeeignet, da die stets vorhandene kompensatorische Mehrleistung der gesunden Seite die Unterfunktion völlig auszugleichen in der Lage ist.

Diskussion

Soll eine neue Untersuchungsmethode in die ärztliche Praxis eingeführt werden, muss zunächst einmal geklärt sein, was mit dieser Methode erreicht werden soll, was man wirklich erreichen kann und was nicht. Auf die intravenöse Pyelographie angewandt heisst das, sie soll angewandt werden zum Studium der Morphologie der ableitenden Harnwege und deren eventuellen anatomisch-pathologischen Veränderungen. Hier leistet die Methode bekanntlich vorzügliche Dienste und entspricht durchaus den Anforderungen, die man an eine diagnostische Untersuchung stellen muss. Als man mit der intravenösen Urographie vertraut war, wurde versucht, diese Untersuchung zu einer röntgenologischen Funktionsprüfung der Einzelniere, deren Ergebnis optisch wahrzunehmen und in bildlich dokumentarischer, objektiver Weise festzuhalten ist, (Böminghaus) zu erweitern. Lässt sich diese Hoffnung überhaupt erfüllen ? Erhält man genauen Aufschluss über die Nierenfunktion ? Oder gibt das Ergebnis dieser Methode nur gewisse Anhaltspunkte einer guten oder schlechten Nierenfunktion ? Um diese Fragen beantworten zu können, ist es zunächst einmal wichtig festzustellen, was man von einer Untersuchungsmethode, die eine Nierenfunktionsprüfung sein will und auf der Ausscheidung eines körperfremden Stoffes beruht, verlangen muss. Bestimmte Forderungen müssen erfüllt sein :

- 1) Die theoretischen Grundlagen der Methode müssen gesichert sein. Es ist eine genaue Kenntnis der Ausscheidungsphysiologie des betreffenden Stoffes nötig. Es muss geklärt sein, ob die Ausscheidung des Fremdstoffes als physiologisch bezeichnet werden kann. Ob die Ausscheidung der Substanz gemäss der Nierenfunktion vor sich geht, oder ob sie nur von einer Teilfunktion abhängig ist.

- 2) Die Untersuchungsbedingungen müssen so gleichgestaltet werden wie irgend möglich. Die Untersuchung muss technisch exakt zur Ausführung kommen.
- 3) Bei der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse müssen die die Untersuchung beeinträchtigenden Faktoren bekannt sein. Alle zu Täuschungen Anlass gebenden Umstände müssen berücksichtigt und überschaut werden können.
- 4) Die Fehlerbreite der Untersuchung, die Irrtumsmöglichkeit muss gering sein.
- 5) Es muss die Möglichkeit einer allgemeingültigen, standardisierten Interpretation der Ergebnisse gegeben sein.
- 6) Die Funktionsstörung muss frühzeitig aufgedeckt werden können, d.h. die Methode muss fein sein. Es muss möglich sein, den Grad einer Störung zu erkennen.
- 7) Es müssen ausreichende Erfahrung auf dem Gebiet gemacht sein.

Betrachtet man die intravenöse Pyelographie unter den Gesichtspunkten dieser Forderungen, so bietet sich folgendes Bild. In Bezug auf die theoretischen Grundlagen finden sich Widersprüche. Aus den Untersuchungen von G o l d r i n g ging hervor, dass bei der Ausscheidungsurographie der grösste Teil der Kontrastsubstanz durch die Glomeruli ausgeschieden wird. S e i l s hingegen, einer der eifrigsten Verfechter der Verwendung der Urographie als Nierenfunktionsprobe, sagt, dass die Tubuli für die Ausscheidung massgeblich sind. Er ging bei dieser Behauptung davon aus, dass Kontrastsubstanzen zur Clearance Verwendung finden können, und dass die Urographie zu der Reihe dieser empfindlichen Prüfungen gehöre. Da die Ausscheidungsurographie ja sowieso

immer nur etwas über die Ausscheidungsverhältnisse des Testkörpers aussagt, hiesse das, dass bei G o l d r i n g die Glomerulusfunktion zur Beurteilung kommt, bei S e i l s jedoch die Tubulusfunktion bei der Ausscheidung der Kontrastsubstanz beurteilt wird. Wie G o l d r i n g nachwies, ist der Anteil der Tubulusausscheidung bei der Urographie im Vergleich zur Glomerulusausscheidung wegen der hohen Fremdstoffplasmakonzentration jedoch gering. Die Tubulusausscheidung steigt nur bis zur sogenannten "self depression limit". Welche Fehler S e i l s daher bei der Beurteilung seiner Bilder unterlaufen sein müssen, liegt auf der Hand.

Weiter geht aus den Untersuchungen von J u n k m a n n hervor, dass die Ausscheidung von Kontrastmitteln nicht unmittelbar an die Funktion der Niere gebunden ist. Er konnte nachweisen, dass zwar die absoluten Ausscheidungsmengen bestimmt sind durch die Plasmakonzentration des Stoffes und die Nierenleistung, dass aber die Konzentration dieses Kontrastmittels und somit die Schattenintensität der Bilder fast allein vom Ausmass der Diurese abhängig ist und "in weiten Grenzen gesehen" nicht beeinflusst wird von der Plasmakonzentration und der Funktionstüchtigkeit der Niere. So fand K a u f h o l d bei der Untersuchung von 300 urologisch Kranken nur vier Patienten, die jegliche Ausscheidung vermissen liessen. Es handelte sich um vier ausgesprochen urämische Isosthenuriker. Bei allen anderen Patienten fand sich eine deutliche Ausscheidung vor allem, wenn die Kontrastmitteldosis erhöht wurde. Auch wurde schon weiter oben der Standpunkt vertreten, dass die Nieren eine so starke Affinität zu Jod haben, dass auch bei geschädigter Funktion zur bildlichen Darstellung noch genügend Kontrastmittel ausgeschieden wird. Eine andere Meinung war, dass bei den heutigen hochjodierten Kontrastmitteln die Jodkonzentration im Plasma so hoch ist, dass auch Nieren mit geschädigter Funktion passiv genug Kontrastmittel abfiltrern, um gute Pyelogramme zu ergeben.

Ist nicht auch zu bedenken, dass die Nieren physiologischerweise nie in die Lage kommen, Stoffe von der Art und der Plasmakonzentration ausscheiden zu müssen, wie gerade bei den Kontrastmitteln ? Wenn sie dennoch diese Stoffe ausscheidet, handelt es sich da nicht um eine zusätzliche Leistungskraft der Nieren, quasi eine Notfalleistung, die neben ihrer normalen Funktion herläuft ? Warum sollte also ein Urogramm Auskunft über die normale Nierenfunktion geben und nicht über die zusätzliche Funktion, wo doch gar keine normalen Bedingungen vorliegen ?

Allein die in den letzten Abschnitten dargelegten Verhältnisse würden ausreichen, um die Annahme, dass ein Urogramm verlässliche Auskunft über die Nierenfunktion gibt, wenn nicht als falsch, so doch als unkorrekt auszuweisen. Sprechen nicht eine Vielzahl von Beobachtungen und Untersuchungen, von denen im Laufe dieser Arbeit berichtet wurde, gegen die Meinung, dass eine exakte Beziehung besteht zwischen Nierenfunktion und Kontrastmittelausscheidung.

In der Praxis werden die Untersuchungsbedingungen nicht gleichgestaltet. Die Technik wird individuell gehandhabt, sowohl was die Strahlenquantität als auch ihre Qualität angeht. Auch die Dosierung des Kontrastmittels wird unterschiedlich gewählt. Die Vorbereitung des Patienten wird nach persönlichen Erfahrungen gehandhabt. Da wo die Patienten ambulant zur Untersuchung kommen, entfällt eine kontrollierte Vorbereitung völlig. Der Zustand des Wasserhaushaltes zur Zeit der Untersuchung weist bei den verschiedenen Patienten grosse Unterschiede auf. Aus diesen Gründen sind die zur Beurteilung der Bilder so wichtigen gleichen Ausgangsbedingungen nicht erreichbar.

Was die die Ergebnisse der Untersuchung störenden Faktoren betrifft, so konnte in der Arbeit gezeigt werden, wie vielfältig die zu Täuschungen Anlass gebenden Faktoren sind.

In der Praxis wird es nicht in jedem Falle möglich sein, alle Fehlerquellen zu überschauen und auszuschalten.

Aus diesen Gründen ist die Fehlerbreite und die Irrtumsmöglichkeit gross. Der Prozentsatz der falschen Ergebnisse schwankte zwischen 16,6 und 32 %. Diese Zahlen liegen sicherlich zu hoch, zeigen die Unzuverlässigkeit der Methode auf und schränken die Brauchbarkeit der Untersuchungsergebnisse stark ein.

Es fehlt der Methode die Möglichkeit einer allgemeingültigen Interpretation. Schon bei gesunden Nieren findet man selten Bilder, die sich in ihrer Kontrastdichte und auch in dem zeitlichen Beginn der Ausscheidung völlig gleichen. Es ist daher nicht möglich, ein "Normkontrastbild" aufzustellen. Ebensowenig kann man den Grad einer Funktionsstörung angeben. Das Beurteilungsspendel schlägt nur zwischen den Alternativen gute Funktion oder schlechte Funktion aus. Die Kenntnis des Grades einer Störung ist aber für die Aufstellung einer Therapie als auch für die Prognose wichtig. Geringgradige und beginnende Funktionsstörungen kommen bei der intravenösen Pyelographie nicht zur Darstellung. Bei groben Störungen braucht man die Methode auch nicht mehr zu deren Erkennung. "Es mangelt der Methode an diagnostischer Feinheit, sie ist zu grob". Weiter ist bei manchen Erkrankungen, wo die Frage nach einer Funktionsstörung auftaucht, die intravenöse Urographie wegen der Belastung, die sie für den entgiftenden Apparat darstellt, kontraindiziert. Die Schlüsse, die nach diesen Erkenntnissen gezogen werden müssen, spiegeln sich wider in Äusserungen der Fachwelt zu diesem Thema :

Stimmen der Fachwelt

So sagt B ö m i n g h a u s : "Eine röntgenologische Beurteilung der Nierenleistung durch Beginn und insbesondere

Intensität der Schattenbildung ist nicht möglich. Die Intensität der Kontrastwirkung hängt von einer Reihe schwer einkalkulierbarer Faktoren ab." B u i s s o n stellt fest : "Der alleinige Vergleich der Schattendichte kann völlig in die Irre führen." Ähnlich wie B ö m i n g h a u s urteilt H a e n i s c h , wenn er sagt, "Die Schattendichte des mit jodhaltigem Harn gefüllten Nierenhohlraumes ist von zu vielen Nebenumständen abhängig, als dass sie als brauchbares Funktionszeichen bewertbar wäre. Die Güte des Nierenbeckensbildes gibt gar keinen Aufschluss über die Funktion."

C a s p e r mahnt, dass man sich bei der Beurteilung der intravenösen Pyelographie die grössten Reserven auferlegen muss. Es träfe nicht zu, dass der Schattenstoff immer proportional der Nierentätigkeit ausgeschieden wird. Dies gelte nur ganz allgemein und dürfe nicht zur Regel erhoben werden. Auch für C h a b a n i e r ist die Ausscheidungsurographie als Nierenfunktionsprüfung nicht geeignet, da sie leicht Irrtümer zeitigen könne und ausserdem die Feinheiten der anderen Nierenfunktionsprüfungen nicht erreiche. E s c h und H a l b e i s kommen zu dem Schluss : "Die Beurteilung der Dichte des ausgeschiedenen Kontrastmittels im Röntgenbild erscheint uns als nicht ganz sicheres Kriterium." J a n n s e n ist der Meinung, dass alle bisher bekannten Prüfmethoden nur Partialfunktionen erfassen, das gelte auch von der intravenösen Pyelographie. Die spezielle, subtile Prüfung des Einzelharns sei nach wie vor unbedingt erforderlich. O l i v e t warnt : "Sich auf die intravenöse Pyelographie als Nierenfunktionsprüfung allein stützen zu wollen, muss zu verhängnisvollen Irrtümern führen."

F o r ê t geht in seiner Ablehnung noch weiter und sagt : "Die intravenöse Pyelographie hat für die Feststellung der Nierenfunktion keinen Wert." Desgleichen S a l a m e r o : "Für eine funktionelle Nierendiagnostik ist die Kontrastmittelpyelographie nicht geeignet." W e r w a r t h lenkt etwas ein, wenn er feststellt : "Als Nierenfunktions-

prüfung hat sich die Methode im Sinne einer grob orientierenden Möglichkeit zur Feststellung des Vorhandenseins von funktionstüchtigem Nierengewebe, bei kritischer Würdigung aller Täuschungsmöglichkeiten, bewährt."

Abschliessende Beurteilung

Wie aus den Ausführungen dieser Arbeit hervorgeht, hat es sich nicht erwiesen, dass die Ausscheidungsurographie als präzise Nierenfunktionsprüfung Verwendung finden kann. Es ist mit dieser Methode nicht möglich, die ausreichende Erfüllung der Forderungen, die man an eine zuverlässige Nierenfunktionsprüfung stellen muss, zu erreichen. Die Gründe hierfür liegen auf verschiedenen Gebieten. Zunächst hat sich die theoretische Grundlage, die es ja erst ermöglichen kann, die intravenöse Pyelographie als Nierenfunktionsprüfung zu verwenden, in gewissem Sinne als falsch erwiesen, zum anderen bringt die Methode im Hinblick auf die Beurteilung der Nierenfunktion nur schwer zu verwertbare Bilder, die in einem hohen Prozentsatz zu Irrtümern führen können. Die Gefahr, falsche Aufschlüsse zu erhalten, ist aus den verschiedensten in der Arbeit aufgeführten Gründen sehr gross. Weiter ist es nicht möglich, alle Fehlerquellen, die im Laufe einer urographischen Untersuchung die Auswertung der Bilder im Hinblick auf die Nierenfunktion erschweren, wenn nicht gar unmöglich machen, auszuschalten.

Die intravenöse Urographie sollte daher im Sinne der ihr zuerst zugedachten Aufgabe verwandt werden, nämlich die ableitenden Harnwege röntgenologisch darzustellen und Aufschlüsse über die Morphologie und eventuelle pathologische Anatomie zu geben. Das ist das eigentliche Anwendungsgebiet der Ausscheidungsurographie, hier bietet sie vorzügliche Möglichkeiten exakter urologischer Diagnostik. Ergeben sich bei einer urographischen Untersuchung aus der eben genannten Indikation heraus Anzeichen für eine veränderte Funktion der Nieren, so sollte man dies zum Anlass nehmen, bewährte Nierenfunktionsprüfungen anzuschliessen. Diagnostische Schlüsse lassen sich aus diesen "Anzeichen" allein nicht zuverlässig genug ziehen, da man nach W e r w a r t h

die Nierenfunktionsprüfung mit der Ausscheidungsurographie nur im Sinne einer grob orientierenden Möglichkeit zur Feststellung des Vorhandenseins von funktionstüchtigem Nierengewebe verwenden kann.

Zusammenfassung

Es wurde versucht nachzuweisen, dass es nicht möglich ist, mit Hilfe der Urographie eine röntgenologische Funktionsprüfung der Nieren zu erhalten, deren Ergebnis optisch wahrzunehmen und in bildlich, dokumentarischer, objektiver Weise festzuhalten ist. Um in das gesamte Gebiet der intravenösen Pyelographie einzuführen, wurde der Arbeit eine ausführliche Einleitung vorangestellt. Diese enthält neben einem geschichtlichen Rückblick Anmerkungen zur normalen Nierenfunktion, es folgen Kapitel über die Kontrastmittel, deren Chemie und Physiologie der Ausscheidung, Technik, Indikation, Kontraindikation der i.v. Pyelographie, Verträglichkeit und Komplikationen nach der Injektion von Kontrastmitteln und deren Vermeidung.

Im folgenden wurden die Möglichkeiten der Beurteilung der Nierenfunktion im Zusammenhang mit der Ausscheidungsurographie angeführt und an Hand von Untersuchungen und an Beobachtungen die Unzuverlässigkeit der Methoden gezeigt.

In einer abschliessenden Diskussion wurde zusammengestellt, was man von einer Nierenfunktionsprüfung verlangen muss. Diese Forderungen konnte die intravenöse Pyelographie nicht erfüllen.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- Backer P. de La pyélographie après injection intra-
veineuse d'uroselectan.
J. belge Radiol. 19, 1930, 73 - 82
- Bader J. Eine Möglichkeit zur Darstellung der
Nierenfunktion im Röntgenbild.
Fortschr. Röntgenstr. 75, 1951, 462
- Bergerhoff W. Intravenöse und perorale Pyelographie.
Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 1930,
591 - 592
- Binz A. u. C. Raeth, Die Chemie des Uroselectans.
Klin. Wchschr. 1930 II, 2297
- Blatt P. Harnleiterautomatie.
Zschr. urol. Chir. 27, 1929, 192
- Boeminghaus H. Der diagnostische Wert der intravenösen
Pyelographie.
Zschr. ärztl. Fortbildg. 37, 1940,
198 - 203
- Boeminghaus H. Die Ausscheidungsurographie und ihre
bevorzugten Indikationen.
Dtsch. med. Wschr. 63, 1937, 679 - 683
- Boeminghaus H. Über die Funktion der Niere bei akutem,
komplettem Ureterverschluss. Diagnostische
und prognostische Bedeutung der intra-
venösen Pyelographie.
Arch. klin. Chir. 171, 1932, 109 - 115
- Bohne A.W. u. Clinical evaluation of a concentrated
W.M.W. Christeson iodine preparation.
Radiology, 60, 1953, 401
- Braasch W.F. u. Excretory urography as a test of renal
J.L. Emmet function.
J. of Urol. 35, 1936, 198
- Braasch W.F. The practical application of excretory
urography.
J. amer. med. Assoc. 101, 1933,
1848 - 1852
- Branden F. van den L'interprétation des images radiologiques
après injections intraveineuses d'uro-
selectan.
J. belge Radiol. 20, 1931, 89 - 99

- Bronner H. u.
J. Schüller Die Ausscheidungsurographie mit Abrodil.
Dtsch. med. Wschr. 1930 II, 1393
- Buisson M. Ancora sul valore funzionale dell'uro-
grafia endovenosa.
Radiol. med. 28, 1941, 77 - 83
- Buisson M. A quelles conditions peut-on considérer
l'urographie intraveineuse comme un test
de la fonction rénale ?
J. d'Urol. 49, 1941, 298 - 307
- Buisson M. et
S. Lovotti L'urografia endovenosa può essere conside-
rata un teste di funzione renale.
Radiol. med. 26, 1939, 739 - 765
- Burckhardt J. Die Indikationen der intravenösen
Stauungsurographie.
Zschr. Urol. 47, 1954, 13 - 28
- Buzeu M. Popescu Urographie, basée sur la densimétrie
urinaire des substances urographiques
comme seul indicateur de la fonction
global.
Rev. rom. Urol. 8, 1941, 189 - 206
- Caffee W.M. Intravenous urography.
Med. Bull. Veterans' Admin. 15, 1939
288 - 290
- Caporale L.,
A. Foà e
F. Zanardi L'esame pielografico per via endovenosa.
Arch. ital. Chir. 27, 1930, 219
- Casper L. Zur Bewertung der Pyelographie.
Zschr. Urol. 27, 1933, 518 - 522
- Casper L. Über die Bedeutung der Pyelographie.
Zschr. Urol. 25, 1931, 727 - 731
- Chabanier h. u.
C. Lobo-Onell Urographie d'élimination et exploration
fonctionnelle comparée des reins.
Presse méd. 1933 II, 2010 - 2012
- Chwalla R. Unsere bisherigen Erfahrungen mit der
intravenösen Pyelographie.
Wien. klin. Wschr. 1930 II, 1276 - 1281
- Cibert J. et
J. Perrin L'urographie intraveineuse, méthode
d'exploration fonctionnelle des reins
chez les prostatiques.
J. d'Urol. 48, 1940, 458 - 462

III

- Ciddio D. Ulteriore contributo alla ricerca della funzionalità renale con l'urografimetro. Policlinico Spez. prat. 1936, 1515-1522
- Constantinescu P. Ein radiologisches Blasen- Ureterzeichen und seine Rolle bei der Auswertung intra-venöser Urographien. Zschr. urol. Chir. 39, 1934, 334 - 353
- Dejdar R. u. Das Röntgenbild der Nieren und der Harnwege bei der chronischen Pyelonephritis. Zschr. Urol. Jahrbuch S. 1 1958
- Dettmar H. u. Adiuretin als Mittel zur gesteuerten Kontrastmittelanreicherung bei der intra-venösen Pyelographie. Zschr. Urologie 46, 1953, 126 - 129
- Domrich H. Versuche über die Funktion verletzter Nieren. Zschr. Urologie 32, 1938, 78 - 90
- Dragonas E. La pyélographie par voie intraveineuse. J. d'Urol. Athen, 31, 1931, 446
- Edling, Nils P.G. The nephrographic effect in depressed tubular excretion of umbradil. Acta radiol. 48, 1957, 1 - 6
- C.G. Helander and S.I. Seldinger
- Edling, Nils P.G. Comparison of urographie with selective clearance as test of renal function. Acta radiol. 45, 1956, 85 - 95
- C.A. Edvall
C.G. Helander and
B. Pernow
- Edling, Nils P.G. The correlation between contrast excretion and arterial and intrapelvic pressures in urography. Acta radiol. 42, 1954, 442 - 450
- C.G. Helander and
L. Renck
- Esch W. u. Die historische Entwicklung der urologischen Röntgendiagnostik. Klin. Med. Wien, 12, 1957, 281
- K. Halbeis
- Esch W. u. Kritische Betrachtung zur Ausscheidungs-urographie. Zschr. Urologie, 49, 1956, 207 - 213
- K. Halbeis
- Eugen J. Die Harnorgane im Röntgenbild (Lehrbuch). Thieme-Verlag Leipzig 1931
- Evans J.A. Nephrotomography, a preliminary report. Am. J. Roentgenology 71, 1954, 213

IV

- Fontoura H. de
Madureira Sur un cas de rein silencieux en
urographie.
J. d'Urol. 61, 1955 187 - 190
- Forêt La pyélographie à l'uroselectan.
J. belge Radiol. 20, 1931, 85 - 88
- Galbraith W.W. and
W.A. Mackley Uroselectan: A preliminary experimental
note.
Brit. J. Urol. 2, 1930, 122 - 128
- Gallizia F. La pielografia endovenosa come teste
di funzione renale.
Atti. Soc. ital. Urol. 35 - 38 u.
111 - 117, 1935
- Gissel H. Über die Jodausscheidung bei der intra-
venösen Pyelographie.
Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 592 - 593, 1930
- Gloor H.U. Die intravenöse Pyelographie. Ihr Wert
zur funktionellen Untersuchung der Nieren.
Schweiz. med. Wschr. 1931 I, 609 - 612
- Haenisch F. Die röntgenologische Untersuchung der
Harnorgane vermittelt der Ausscheidung
von kontrastgebenden Substanzen.
Fortschr. Röntgenstr. 44, 1931, 557 - 573
- Hansen K. "Allergie" (Handbuch).
G. Thieme Verlag Stuttgart 1957
- Hausschild F. "Pharmakologie und Grundlagen der
Toxikologie." (Lehrbuch)
G. Thieme Verlag Leipzig 1958
- Heckenbach W. Funktionsuntersuchung bei der Ausschei-
dung des Uroselectan.
Klin. Wschr. 1930 I, 684
- Heckenbach W. Zur intravenösen Darstellung der Harn-
wege mit Uroselectan.
Ikurse ärzt. Fortb. 21, 1930, 28 - 34
- Henninger H. Das Symptom von Constantinescu bei der
Ausscheidungsurographie.
Z. urol. Chir. u. Gynäk. 42, 1936,
231 - 240
- Hryntschak Th. Studien zur röntgenologischen Darstellung
von Nierenparenchym und Nierenbecken auf
intravenösem Wege.
Zschr. Urol. 23, 1929, 893 - 904

- Hutter K. Röntgennachweis der Parenchymmenge der Niere.
Fortschr. Röntgenstr. 53, 1936, 173-174
- Hutter K. Die diagnostische Bedeutung der intravenösen Urographie.
Wien. klin. Wschr. 1934 II, 961 - 962
- Idbohrn H. Delayed excretion in urography and its significance.
Acta radiol. 42, 1954, 1 - 10
- Jáki J. Ausscheidungsurographie als Nierenfunktionsprüfung.
Arch. klin. Chir. 180, 1934, 163 - 164
- Jáki J. Über die Ausscheidungsurographie.
Z. urol. Chir. 32, 1931, 386 - 410
- Janssen P. Intravenöses Pyelogramm und Funktionsprüfung der Einzelnieren.
Zschr. Urol. 25, 1931, 15 - 18
- Junkmann K. Zitiert nach Kaufhold N., Z. Urol. 46, 1953, 732
Med. Mitt. Schering 6, 1934, 15
- Kato S. Abrodil im Blut und Harn bei intravenöser Pyelographie.
Tohoku J. exper. med. 28, 1936, 313-321
- Kaufhold N. Eine Methode zur quantitativen Auswertung der Ausscheidungsurographie für die Beurteilung der Nierenfunktion.
Zschr. Urol. 46, 1953, 732 - 742
- Kneise - Schober "Röntgenuntersuchung der Harnorgane" (Lehrbuch)
G. Thieme Verlag Leipzig 5. Auflage 1958
- Kusunoki T.,
H. Inoue,
T. Takayanagi, u.
H. Kobayashi A study of renal function by renal
veincatheterization in the urological
field.
Urologica internat. (Basel) 2, 1956,
327 - 349
- Lauber H.J. Die intravenöse Pyelographie und ihre Beziehung zur Nierenfunktion.
Brun's Beitrag 155, 1932, 146 - 160
- Lebermann F. Über Nierenfunktionsprüfungen.
Erg. inn. Med. 42, 1932, 1 - 99

VI

- Lichtenberg A.v. Die Grundlagen und Fortschritte der Ausscheidungsuurographie.
Arch. klin. Chir. 171, 1932, 3 - 28
- Lichtenberg A.v. Grundlagen und neue Fortschritte in der Ausscheidungsuurographie.
Brit. J. Urol. 3, 1931, 119 - 165
- Lichtenberg A.v. u. M. Swick Klinische Prüfung des Uroselektans.
Klin. Wschr. 1929 II, 2089
- Lichtwitz L. Über Uroselektan.
Chirurg, 2, 1930, 357
- Lutz G.L. Ausscheidungs-pyelographie als Nierenfunktionsprüfung.
Brun's Beitrag 154, 1932, 507 - 514
- Maquet P., L. Wemeau, G. Lemaitre u. G. DeFrance L'examen radiologique dans les contusions récentes du rein.
J. de Radiol. 38, 1957, 67 - 68
- Mardersteig K. Nierenfunktionsprüfung bei der intra-venösen Pyelographie mit Uroselektan.
Dtsch. Arch. klin. Med. 171, 1931 78 - 88
- Mc Donald H.P. The progress in excretory urography with-in 25 years.
Amer. Surgeon 21, 1955, 889 - 895
- Meyler L. "Schädliche Nebenwirkungen von Arzneimitteln".
Springerverlag, Wien 1956
- Minder J. Über den diagnostischen und klinischen Wert der Ausscheidungs-pyelographie.
Zschr. urol. Chir. u. Gynäk. 42, 1936, 312
- Möckel G. Medikamentöse Ganglienblockade zur Verbesserung der Röntgendiagnostik der Harnorgane.
Dtsch. med. Wschr. 79 II, 1954, 1169
- Mühsam E. Die Bedeutung der intravenösen Pyelographie als Untersuchungsmethode.
Dtsch. med. Wschr. 1932 I, 659 - 660

- Oivet J. Ist die intravenöse Pyelographie eine Funktionsprüfung bei inneren Nierenerkrankungen.
Zschr. klin. Med. 125, 1933, 9 - 14
- Olivet J. Ausscheidungs-pyelogramm und Nierenleistung.
Med. Welt, 1932, 1746
- Olsson O. Die Urographie bei der Nierentuberkulose.
Acta rad. Suppl. 47
- Osborn E.D.,
D. Earl u.
G. Rowntree Roentgenography of urinary tract during excretion of sodium iodid.
J. of the Amer. med. Assoc. 80, 1923
368 - 373
- Pendergrass E.P.,
P.J. Hodes,
R.L. Tondreau,
CC. Powell u. Further consideration of deaths and unfavorable sequelae following administration of contrast media in urographie in uroselectan.
Amer. Journal Roentgenology, 74, 1955
262 - 287
- Pétren G. Über Urographie bei akuten Nieren- und Bauchkrankheiten.
Chirurg, 7, 1935, 1 - 7
- Pfeiffer W. "Grundlagen der funktionellen urologischen Röntgendiagnostik".
Lehrbuch Stuttgart 1949
- Piemonte M.
L. Magnol Sulla eliminazione renale dei mezzi di contrasto iodati.
Radiol. med. 44, 1958, 225
- Pizon P. Les accidents de l'urographie intraveineuse.
Presse méd. 48, 1956, 1107 - 1112
- Pytel A. Ya. Current advances of roentgen diagnosis in urology.
Urologija (Mosk) 24, Nr. 1,3-14, 1959
Mit englischer Zusammenfassung.
- Ravasini C. Pielografia ascendente e pielografia discendente (perorale e endovenosa).
Vantagi e inconveniente dei singoli metodi.
Arch. ital. Urol. 6, 1930, 639
- Ravasini C. La pielografia endovenosa.
Arch. ital. Urol. 5, 1929, 562

VIII

- Rizzi R. Controllo istilogico dei reni dopo l'urografia endovenosa con uroselectan. Osp. magg. (Milano) 19, 1931, 27 - 34
- Rom F. de La pyélographie par voie intraveineuse. Rev. belge Sci. méd. 2, 1930, 352 - 361
- Rosenbusch H. Die intravenöse Pyelographie mit Uro-selektan im Kindesalter. Schweiz. med. Wschr. 1930 II, 1008
- Roseno A. Studien zur intravenösen Pyelographie. Verh. dtsh. Ges. Urol. 1929, 431 - 435
- Roseno A. Die intravenöse Pyelographie. Münch. med. Wschr. 1929 I, 606 - 607
- Roseno A. Die intravenöse Pyelographie. Klin. Ergebn. Klin. Wschr. 1929 I, 1165 - 1170
- Roseno A. Die intravenöse Pyelographie. Fortschr. Röntgenstr. 40 Kongressh. 1929, 73 - 76
- Roth E.J.H. u. H.W.S. Wright Intravenous Pyelography. Brit. med. J. Nr. 3616, 1930, 778
- Salamero C. Contribución al estudio de la pielografía endovenosa. Ars. med. Barcelona, 7, 1931, 86 - 91
- Schermuly W. Die heterotrope Ausscheidung von Nierenkontrastmitteln. Fortschr. Röntgenstr. 89, 1958, 220 - 227
- Schmiedt E., K.F. Albrecht, P. Kolle u. H.H. Lubinus Urographie mit trijodierten Kontrastmitteln. Münch. med. Wschr. 1957 II, 1688
- Schneider D. Die Urinreaktion bei der intravenösen Pyelographie und ihre Verwendung zur funktionellen Diagnose. Zschr. Urol. 26, 1932, 616 - 627
- Schneidzrik W.E.J. Die Ausscheidungsurographie. (Unter besonderer Berücksichtigung der schnellen Injektion des Per-Abrodil). Zbl. Chir. 74 I, 1949, 459

- Scholtz A. . Kontrasterzeugende Magenfüllung im Laufe einer Ausscheidungs-pyelographie.
Zschr. Urol. 35, 1941, 209
- Scholtz A. Über einen durch Per-Abrodil-Tablette verursachten konkrementartigen Schatten.
Zschr. Urol. 36, 1942, 437
- Schwarz O. Urologische Diagnostik.
Zschr. urol. Chir. 27, 1929, 206
- Segre M. Sulla tecnica di esecuzione e sui criteri interpretativi degli urogrammi discendenti.
Radiol. med. 21, 325 - 392 u. 453 - 495
1934
- Seils H. Der Wert der intravenösen Urographie als Nierenfunktionsprüfung.
Zschr. Urol. 45, 1952, 592
- Sgalitzer M. Über intravenöse Urographie.
Zschr. urol. Chir. 31, 1931, 164
- Smith H.W., W. Goldring und H. Chasis Control of renal blood flow and glomerular filtration in normal man.
J. clin. Investig. 17, 1938, 683 - 697
- Sugar H. Intravenous pyelography with uroselectan.
Urologic Rev. 34, 1930, 581
- Swick M. Darstellung der Nieren und Harnwege im Röntgenbild durch intravenöse Einbringung eines neuen Kontraststoffes, des Uroselectans.
Klin. Wschr. 1929 II, 2087 - 2089
- Takahashi A., F. Tsuchiya und S. Ishizu Intravenöse Pyelographie. IV. Mitt.
Jap. J. of Dermat. 30, 1930, 1162 - 1179
- Tartagli D. L'esame delle vie urinarie mediante un preparato di contrasto intradotto per via endovenosa.
Radiol. med. 17, 1930, 833 - 852
- Teschendorf W. Zur Darstellung der Nieren mit Abrodil, nebst Bemerkungen zur Röntgenstereoskopie der Niere.
Röntgenpraxis 2, 1930, 937
- Tournée W. und E. Damm Über den Verbleib des Uroselectans im menschlichen Körper.
Klin. Wschr. 1930 II, 1581

- Trincas M. La pielografia endovenosa.
Arch. ital. Urol. 6, 1930, 213 - 238
- Verney E.B. Antidiuretic hormone and the factors
which determine its release.
Croonian lecture, proc. roy. soc.
B 125, 25, 1947
- Vesey J.,
C.T. Dotter u.
J. Steinberg Nephrography : Simplified technic.
Radiology, 55, 1950, 827
- Viethen A. Die Ausscheidungsurographie bei
jungen Kindern.
Klin. Wschr. 1932 I, 416 - 417
- Villa L. Pielografia endovenosa e funzione renale.
Minerva med. (Torino) 1930 II, 405 - 410
- Villa L. und
P. Introzzi Vorschlag einer Methode zur Untersuchung
der Nierenfunktion mittels Uroselectan,
bei medizinischen Nierenerkrankungen.
Med. Klinik. 1931 II, 1312 - 1313
- Viviani R. e
L. Orlandini Osservazioni sull'uso dell'uroselectan
per la esplorazione radiologica del
sistema uropoetico.
Bull. Sci. med. 102, 1930, 16 - 30
- Weiser A. Wertung der Ausscheidungsurographie als
Nierenfunktionsprüfung.
Fortschr. Röntgenstr. 56, 1937, 95 - 98
- Werwarth K. Fortschritte in der Erkennung chirurgisch
heilbarer Nierenleiden und der Unter-
scheidung von funktionell bedingten uro-
logischen Krankheitsbildern.
Zschr. urol. Chir. u. Gynäk. 44, 1939,
401 - 431
- Werwarth K. Zur kritischen Wertung von Urogrammen
und zur Frage der Bewährung der Ausschei-
dungsurographie als diagnostische wie
funktionelle Untersuchungsmethode.
Dtsch. Zschr. Chir. 248, 1937, 563-582
- Wickbohm I. Influence of blood pressure in uro-
graphic examination.
Acta radiol. 34, 1950, 1 - 5

- Wieser W. von Wann ist die intravenöse Pyelographie
indiziert ?
Wien. klin. Wschr. 1935 II, 1299 - 1300
- Winter C.C. The intravenous urography as test of
renal function.
J. Urology, March 1960, 313
- Ziegler J. Bedeutung und Technik der Ureterkom-
pression bei der Ausscheidungspyelo-
graphie.
Dtsch. med. Wschr. 1930 II, 1772-1775

Lebenslauf

Am 30. IV. 1935 wurde ich als Sohn des praktischen Arztes Dr. med. Josef Scherf und seiner Frau Ilse geb. Frese in Bad Orb geboren.

Ich besuchte vier Jahre die Volksschule und vier Jahre die Mittelschule in Bad Orb.

Im Frühjahr 1950 fand ich Aufnahme im Bischöflichen Konvikt in Fulda. Von dort aus besuchte ich das städt. Realgymnasium.

Im Frühjahr 1956 legte ich in Fulda die Reifeprüfung ab.

Zum Sommersemester 1956 immatrikulierte ich mich an der Johann Wolfgang Goethe Universität in Frankfurt/M. und begann das medizinische Studium.

Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im Oktober 1958.

Zur Zeit lege ich die ärztliche Prüfung ab.

